



COMMISSIONS INTERNATIONALES POUR LA
PROTECTION DE LA MOSELLE ET DE LA SARRE

INTERNATIONALE KOMMISSIONEN ZUM
SCHUTZE DER MOSEL UND DER SAAR

**Programme pilote de mesure
de la contamination du biote (poissons/bivalves)
par des polluants
dans les bassins versant de la Moselle et de la Sarre
(2015/2016)**

Rapport final

Groupe de travail A « Evaluation des eaux de surface »

Groupe d'experts ad hoc « Biote »

Mentions légales

EDITEUR :

Commissions Internationales pour la Protection de la Moselle et de la Sarre / Schillerarkaden 2
D-54329 Konz

Tél. : +49(0)6501-6070900 mail@iksms-cipms.org <http://www.iksms-cipms.org>

RÉDACTION :

Groupe d'experts Biote

DEMORTIER, Guillaume

FISCHER, Jochen

HAYBACH, Arne

HOFFMANN, Jerry

KROLL, Lothar

NICOLAÏ, Miguel

WENDLING, Klaus

TRADUCTION :

Secrétariat des CIPMS

DATE et LIEU DE PARUTION :

Konz, 03/2020

Sommaire

Résumé.....	4
1. Motivation.....	6
2. Méthode	7
2.1 Programme de mesures	7
2.2 Prélèvement.....	8
2.3 Traitement des échantillons et éventail des analyses	12
2.4 Critère d'évaluation	15
3. Résultats	17
3.1 Contamination des poissons	17
3.2 Contamination des bivalves	20
3.3 Examen de polluants sélectionnés dans les poissons	21
3.3.1 Hg - Mercure	22
3.3.2 HBCD - Hexabromocyclododécane.....	23
3.3.3 HCB - Hexachlorobenzène	24
3.3.4 PFOS/PFOA – acide perfluorooctanesulfonique	25
3.3.5 PCDD/F et dl-PCB – dioxines, furannes et polychlorobiphényles de type dioxine.....	26
3.3.6 PCB-ndl – polychlorobiphényles de type non dioxine	29
3.3.7 PBDE - Diphényléthers polybromés	30
3.4 Explication en marge sur la teneur en graisse : Perches et gardons	31
3.5 Explication en marge – Contamination des gobies (à taches noires)	32
3.6 Examen de certains polluants (HAP) dans les bivalves	33
4 Références	35
Annexes	36

Résumé

Le présent rapport résume les résultats des analyses des données de monitoring obtenues dans le cadre d'un projet pilote des CIPMS « Mesure de la contamination du biote par des polluants prioritaires au titre de la directive 2013/39/UE dans les bassins versants de la Moselle et de la Sarre ». Ce programme de suivi a été réalisé au cours des années 2015/2016 au sein des CIPMS sur la base d'une convention internationale (annexe 1) et il est cohérent avec le projet pilote similaire réalisé au sein de la CIPR (CIPR, 2014, 2018) auquel il a contribué en tant que programme de coopération renforcée.

Ont fait l'objet des évaluations les données obtenues sur 26 stations de prélèvement, 130 échantillons issus de 1150 individus animaux, dont 650 poissons et 500 bivalves. Les principales espèces piscicoles sur lesquelles repose ce suivi sont le gardon (*Rutilus rutilus*), la perche (*Perca fluviatilis*), le chevaine (*Squalius cephalus*, anciennement *Leuciscus cephalus*), ainsi que dans une moindre mesure la brème commune (*Abramis brama*) et bordelière (*Blicca bjoerkna*) et le barbeau (*Barbus barbus*). Dans certains cours d'eau, des gobies (essentiellement *Neogobius melanostomus*) ont été capturés et analysés à titre de complément et aux fins de comparaison. Les bivalves analysés sont des représentants de dreissènes néozoaires (*Dreissena* sp.) et de Corbiculidae (*Corbicula* sp.).

La norme de qualité environnementale (NQE) du **mercure (Hg)** qui s'élève à 20 µg/kg de poids frais (PF) a été dépassée dans la totalité des lots de poissons analysés; à l'exception de 4 lots de gardon de la Moselle allemande et de la Sarre aval. Parmi les poissons âgés de 3 ans les contaminations les plus élevées sont observées sur le cours principal de la Moselle de Liverdun à Lehmen, où la NQE est systématiquement dépassée dans les perches d'un facteur compris entre 6 et 9 (cf. fig. 8). Des résultats analogues sont observés pour le barbeau et les autres poissons carnassiers analysés ponctuellement (Sandre, Silure, Truites du Kautenbach). Les valeurs les plus élevées (20 à 45 fois la NQE) ont été retrouvées sur le filet de perches et barbeaux de plus de 10 ans prélevés à Millery, ce qui illustre l'accroissement de la bioaccumulation avec l'âge des poissons.

Pour l'**acide perfluorooctanesulfonique (PFOS)**, on a observé un dépassement de la NQE de 9,1 µg/kg PF dans presque la totalité des perches; pour les gardons, ce dépassement était plutôt rare. Les contaminations les plus élevées ont été détectées dans les poissons de la Moselle avec des dépassements de la NQE d'un facteur 2 à 5,5, alors que les dépassements maximaux étaient plutôt faibles dans la Sûre et dans la Sarre avec un facteur inférieur ou égal à 1,5.

La contamination des poissons par les **dioxines, les furannes et les polychlorobiphényles de type dioxine (PCDD/F + dl-PCB)** était sur toutes les stations inférieure à la NQE de 6,5 pg/g OMS₂₀₀₅-TEQ. Pour les **polychlorobiphényles de type non dioxine (ndl-PCB)**, on s'est fondé sur la teneur maximale de référence de 75 µg/kg PF fixée pour les denrées alimentaires, car il n'existe pas de NQE jusqu'à présent. Cette valeur seuil n'a jamais été dépassée, mais les valeurs mesurées dans la Moselle à Liverdun et à Millery ont déjà atteint 60 à 70 µg/kg PF. Dans la Sarre, une rivière dont la pollution par les PCB est notoire, les valeurs restent sensiblement inférieures à 40 µg/kg PF.

Aucun dépassement de NQE n'a été constaté ni pour l'**hexabromocyclododécane (HBCDD)** ni pour l'**hexachlorobutadiène (HCB)**, les contaminations les plus fortes des poissons de la Sarre étant inférieures à la NQE d'un facteur de 30.

Les teneurs d'**hexachlorobenzène (HCB)** étaient toujours inférieures à la NQE fixée à 10 µg/kg. Toutes les valeurs sont inférieures à cette NQE d'un facteur de 20 environ, voire plus.

En revanche, on a observé des dépassements systématiques de la NQE particulièrement basse de 0,0085 mg/kg PF pour les **diphényléthers polybromés (PBDE)**. Les poissons de la Moselle amont à hauteur de Millery étaient les plus contaminés (facteur 2000 pour ceux de 3 ans et jusqu'à 5000 pour les plus de 10 ans). La contamination de la Moselle allemande se limite par contre à un facteur de 400, la Sarre allemande à Fremersdorf affiche des dépassements jusqu'à un facteur de 1000 environ.

L'**heptachlore et l'époxyde d'heptachlore (HC + HCE)** n'ont souvent pas pu être mesurés avec une sensibilité suffisante, c'est-à-dire que bon nombre de valeurs étaient inférieures à une limite de détermination variable (de 0,012 à 0,122 µg/kg) et dans tous les cas supérieures à la norme de qualité environnementale (0,0067 µg/kg). Aucun dépassement n'a ainsi été démontré dans la Moselle. En revanche dans les échantillons de la Sarre, de la Sûre et de l'Alzette, on a systématiquement détecté des concentrations supérieures à la limite de détermination et donc à la NQE de 0,0067 µg/kg PF (facteur de 2,5 à 7, les maxima étant observés sur des filets de gardons et de barbeaux du Luxembourg)

La NQE du **dicofol** de 33 µg/kg est respectée au niveau de toutes les stations analysées; en effet tous les résultats d'analyse ont été inférieurs à la limite de détermination de 10 µg/kg PF. Il est à noter qu'il n'est plus censé y avoir à l'heure actuelle d'émission de ce composé, qui est interdit d'usage en Europe depuis 2009-2010.

Les concentrations de **benzo(a)pyrène** et de **fluoranthène** dans les dreissènes (prélevées exclusivement sur le cours rhénano-palatin) dépassent nettement les valeurs limites respectives dans la Moselle des trois frontières (à la station frontalière de Sierck-Palzem-Grevenmacher) et ne cessent ensuite de diminuer pour redevenir respectivement proches et inférieures à ces limites seulement au niveau de la confluence avec le Rhin. L'évolution des concentrations qui a été constatée peut être le signe de sources d'émission en amont, non expliquées par les mesures de surveillance régulièrement réalisés dans le compartiment eau. Des investigations complémentaires sur les dreissènes vivant dans le cours français de la Moselle seraient nécessaires pour pouvoir essayer de localiser et d'identifier l'origine de ces émissions.

À hauteur de Schoden, la Sarre présente également un dépassement sensible de la NQE du **fluoranthène** qui est de 30 µg/kg PF (facteur de 2,6), alors que celle du **benzo(a)pyrène** (5 µg/kg FG) est respectée avec certitude.

1. Motivation

Dans le bassin de la Moselle et de la Sarre, les poissons servent depuis plus de 25 ans au suivi du biote des CIPMS (CIPMS, 1993 et 2005). La priorité a été accordée à la contamination par les polluants organiques d'origine industrielle, en particulier les biphényles polychlorés (PCB) et les substances analogues, en lien avec des contaminations historiques restreignant la comestibilité des poissons (qui ont conduit à des arrêtés d'interdiction de pêche sur certaines zones).

Depuis la directive-cadre européenne sur l'eau (2000/60/CE et 2008 et 2013) a pris en considération sur un même pied d'égalité la protection de l'environnement (prédateurs secondaires) en plus de la protection de la santé humaine. Son objectif est de revenir à un bon état des eaux. Afin de piloter l'atteinte de cet objectif, il est demandé notamment aux États Membres de déterminer, dans le cadre de cycles de surveillance réguliers, la qualité chimique des eaux à l'aide de substances polluantes (« prioritaires ») particulièrement problématiques pour l'environnement. Des normes appelées normes de qualité environnementale (NQE) valables à l'échelle européenne ont été déterminées pour ces substances, pour la dernière fois dans la directive 2013/39/UE. Cette directive prévoit une surveillance dans le biote pour 11 des 46 substances ou groupes de substances prioritaires. Parmi ces 11 substances, deux de type HAP sont à surveiller uniquement dans les crustacés ou les mollusques (dont les bivalves), huit autres relèvent uniquement du support poisson, et le dernier groupe (les dioxines, furannes et PCB-TD) peut être recherché sur l'un ou l'autre de ces supports.

Les programmes antérieurs de mesure du biote des CIPMS avaient montré qu'une concertation était indispensable pour obtenir une meilleure comparabilité des individus analysés et des méthodes d'analyse. Les planifications préliminaires en vue d'une analyse concertée des substances prioritaires dans le bassin versant de la Moselle ont de ce fait démarré dès 2013 au sein du cercle d'experts « PCB/substances nuisibles » des CIPMS. Pour ce qui est des poissons, il a été convenu en 2015 que la préparation des échantillons, les analyses et si possible la capture des poissons devaient être confiées à un seul opérateur. La Rhénanie-Palatinat s'est chargée de la coordination administrative des travaux. Les bivalves ont dans un premier temps été écartés, mais ont tout de même pu être traités par la Rhénanie-Palatinat au cours de l'année d'analyse ; des données au moins partielles sont donc disponibles. En créant ainsi une base de données commune et comparable, on vise à jeter les bases, dans le bassin de la Moselle et de la Sarre, d'une approche conjointe des contaminations du biote par les substances polluantes. Le monitoring s'est fondé sur le document guide CIS n° 25 (EC 2010) remanié, sur le projet cadre 'Monitoring' de la Commission de travail des Länder allemands dans le domaine de l'eau (LAWA 2012), sur le document guide CIS n° 32 relatif au monitoring du biote (EC 2014), qui regroupe des recommandations de réalisation concrète du monitoring et de l'analyse des données, et sur les choix méthodologiques retenus dans le cadre du projet pilote connexe de la CIPR (CIPR 2014). L'objectif était d'obtenir à l'avenir à l'échelle du bassin des résultats comparables sur la contamination des poissons/du biote pouvant être exploités dans les domaines juridiques des « denrées alimentaires » et de l'« environnement » et pour maintenir dans un cadre raisonnable les efforts administratifs et financiers de prélèvement et d'analyse.

Les résultats sont résumés et brièvement analysés dans le présent rapport final.

2. Méthode

2.1 Programme de mesures

La figure 2 ci-après illustre le réseau de mesures biotes mis en place dans cette étude. Il est constitué de 20 stations dont 15 sur les bassins de la Moselle et de la Sarre, une sur la Meuse française et 4 autres sur le Rhin rhénano-palatin.

Localisation des stations / cours d'eau de prélèvement

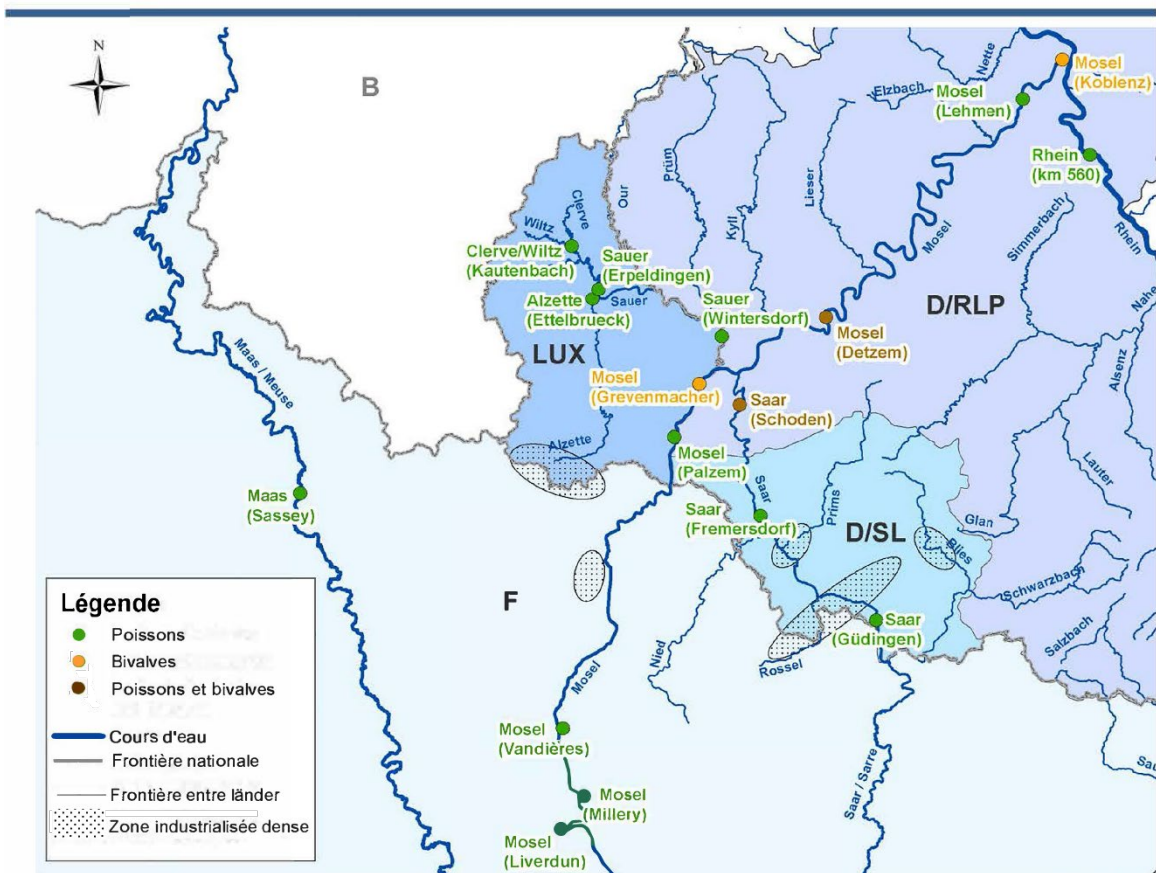


Fig. 1 : Localisation de 17 stations / Cours d'eau de prélèvement

2.2 Prélèvement

Les poissons ont été prélevés vers la fin de l'été et en automne 2015 par un pêcheur professionnel commun via la pêche électrique ou la pêche au filet. La méthode de prélèvement de choix a été celle de la pêche au filet, à condition que le cours d'eau s'y soit prêté, hormis en France où la pêche électrique a été privilégiée en première intention. L'objectif ayant été de constituer des lots homogènes (cohortes) de poissons de même espèce, de même taille/du même âge, en ménageant au maximum la ressource.



Fig. 2 : Pêche sur la Moselle (station de Liverdun France)

Les critères de sélection déterminants qui sont listés dans le tableau 1 ont été pris en compte pour établir les consignes de prélèvements.

Tabl. 1: Critères de sélection déterminants pour le prélèvement : Espèce piscicole

Présence/disponibilité (constance au-delà des zones piscicoles !) de l'espèce cible	Elevée
régime alimentaire prédominant de l'espèce cible	Connu
espèces piscicoles benthiques (juvéniles --> adultes)	à éviter
au moins 2 espèces différentes (niveaux trophiques)	à utiliser
jeunes poissons pour les échantillons moyens (objectif : 10 individus) (rapport taille/âge étroit)	à sélectionner
poissons plus âgés seulement en tant qu'échantillon individuel (rapport taille/âge large)	à mesurer

Les dispositions du document guide CIS n° 32 (EC, 2014) en ce qui concerne une large distribution des espèces et une présence potentielle de la zone à truites jusqu'à la zone à brèmes ont été respectées lors du choix des espèces, au même titre que les dispositions du groupe LAWA-AO (2013) en ce qui concerne les espèces piscicoles et les classes d'âge à considérer. Le tableau 2 donne une vue d'ensemble de la caractérisation écologique des espèces utilisées, des classes de taille avec leurs classes d'âge potentielles (un âge de 3 à 5 ans étant recommandé) ainsi que de leur position dans le réseau trophique (niveau trophique). Les NQE des poissons continentaux se réfèrent en première ligne au niveau trophique 4.

Les ressources piscicoles sur la zone d'étude étant suffisamment abondantes, il a été résolu en concordance avec le protocole CIPR de constituer 2 lots issus de 2 espèces différentes par station en visant prioritairement des poissons âgés de 3 ans, ceci afin de renforcer l'homogénéité des évaluations et la comparabilité interstations. Les poissons d'autres classes d'âges pris involontairement dans les filets, ont autant que possible servi à constituer des lots d'analyse supplémentaires, lorsqu'il a été considéré que les résultats pourraient amener des informations complémentaires pertinentes.

Tabl. 2 : Espèces piscicoles visées :

Espèce	Position dans le réseau trophique		Recommandations LAWA-AO (2013)		Projet pilote biote CIPMS cible 3 ans	
	Niveau trophique théorique	Régime alimentaire	Âge (ans)	Longueur par classe d'âge [cm]	Cible [cm]	Opérations de pêche 2015 [cm]
Gardon <i>Rutilus rutilus</i>	3,0	omnivore	3 – 5	15 – 20	20 ± 2	20 ± 2
Perche <i>Perca fluviatilis</i>	4,4	inverti-piscivore	3 – 4	15 – 20	19 ± 2	19 ± 2
Chevaine <i>Squalius cephalus</i>	2,7	omnivore	3 – 4	23 – 30	22 ± 2	24 ± 2
Brème commune <i>Abramis brama</i>	3,1	omnivore	3 – 4	20 - 27	20 ± 2	
Brème bordelière <i>Blicca bloerkna</i>	3,2	omnivore			18 ± 2	

Comme l'illustre le schéma en figure 3, l'uniformisation du prélèvement contribue de manière décisive à minimiser l'erreur analytique.

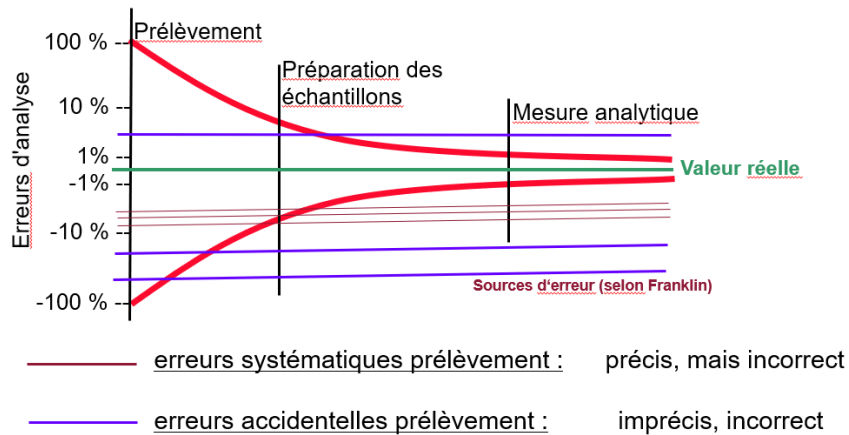


Fig. 3 : Problèmes liés à la détermination des teneurs « réelles » de polluants

Les bivalves ont été prélevés à l'aide du bateau-laboratoire MS Burgund de la Rhénanie-Palatinat. Celui-ci dispose non seulement de moyens de prélèvements adaptés à tout type de support d'analyse (un grappin pour les sédiments et les dreissènes, une centrifugeuse pour les MES), mais est également un véritable laboratoire flottant équipé de nombreux appareils de mesure en continu et d'espaces permettant la préparation, l'analyse et le stockage des échantillons.



Fig. 4 : Le bateau-laboratoire MS Burgund



Fig. 5 : Prélèvements de dreissènes dans la Moselle des trois frontières

2.3 Traitement des échantillons et éventail des analyses

Les poissons et bivalves entiers ont été congelés et conservés jusqu'à la préparation des échantillons par le LfU et l'AERM.



4 lots homogènes de 10 poissons (même espèce, même longueur et même âge)



Sélection d'un lot homogène de 10 poissons parmi une quinzaine d'individus



Levée des filets d'un lot de perches



Lot de 120 Dreissena spec



Mesure de la taille d'une dreissène

Fig. 6 : Préparation des bivalves et poissons aux analyses

La première étape a consisté à mesurer la taille et le poids de chacun des poissons afin de constituer des lots homogènes (même espèce, même taille, même âge) d'une dizaine d'individus. La plupart des lots ont ensuite fait l'objet d'une préparation supplémentaire visant à séparer les filets (sans peau mais avec sous-couche adipeuse) du reste du corps afin de permettre des évaluations séparées en fonction des objectifs de protection visés (santé humaine ou environnement).

Les bivalves ont été triés en vue de constituer des lots d'une centaine d'individus de taille homogène (fig. 66). Il a ensuite été procédé au « décoquillage » des bivalves, la chair (corps mou) faisant seule l'objet des analyses.

Tous les lots ont été recongelés immédiatement après leur préparation en vue de leur envoi ultérieur au laboratoire qui sera retenu en commun (Eurofins, Hambourg).

Au total, 129 échantillons composés de 1211 individus animaux ont été prélevés sur 20 stations (dont 15 sur les bassins de la Moselle et de la Sarre) et traités en vue des analyses (tabl. 3).

Tabl. 3 : Matrices d'échantillons, origine et quantité du biote prélevé

Matrices d'échantillons	France	Luxembourg	Land de Sarre	Rhénanie-Palatinat	Nombre de lots	Nombre d'individus
Matrice 1 (10) poissons entiers	23	0	4	6	33	201
Matrice 2 (10) filets de poisson	28	6	4	20	58	510
Matrice 3 (10) Restes du corps de poisson	23	0	4	6	33	305
Matrice 4 (100) chair musculaire de bivalve	0	0	0	5	5	500
Total	74	6	12	37	129	1211

Le socle commun minimum des analyses est issu de la directive 2013/39/UE et englobe les paramètres et matrices figurant dans la figure 7.

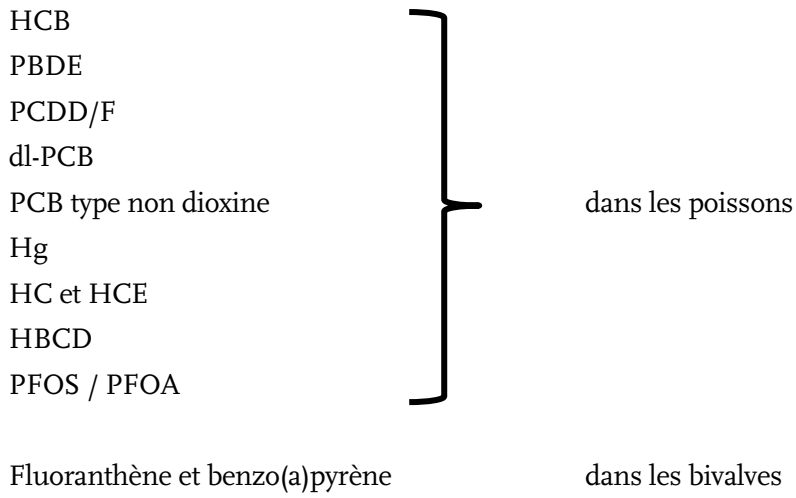


Fig. -7 : Substances analysées (polluants prioritaires) et matrices (biote)

2.4 Critère d'évaluation

Les substances et groupes de substances analysés sont listés dans le tableau 4 avec leurs NQE et avec indication du groupe d'espèces 'biote' (matrice). L'objectif de protection n'est pas défini dans la directive 2013/39/UE, mais il est résumé et expliqué dans le document guide CIS n° 32 (EC, 2014). En ce qui concerne l'objectif « santé humaine », ce sont prioritairement les parties comestibles, c'est-à-dire dans le cas des poissons la chair musculaire ou le filet, qui doivent être considérées. En ce qui concerne par contre l'objectif de protection environnemental « empoisonnement secondaire », il convient d'analyser les poissons entiers.

Tabl. 4 : Substances et groupes de substances analysés, NQE et matrices 'biote'

NQE N°	Nom de la substance	Norme de qualité environnementale (NQE) en µg/kg PF	Matrice	Objectif de protection
5	Diphényléthers bromés (Σ des concentrations des congénères n° 28, 47, 99, 100, 153, 154)	0,0085	Poissons	Santé humaine
15	Fluoranthène	30	Bivalves	Santé humaine
16	Hexachlorobenzène	10	Poissons	Santé humaine
17	Hexachlorobutadiène	55	Poissons	Prédateur supérieur "empoisonnement secondaire"
21	Mercure et ses composés	20	Poissons	Prédateur supérieur "empoisonnement secondaire"
28	HAP (uniquement benzo(a)pyrène)	5	Bivalves	Santé humaine
34	Dicofol	33	Poissons	Prédateur supérieur "empoisonnement secondaire"
35	Acide perfluorooctanesulfonique et	9,1	Poissons	Santé humaine
37	Σ PCDD+PCDF + Σ dl-PCB	0,0065 TEQ OMS 2005	Poissons	Santé humaine
43	Hexabromocyclododécane (HBCDD)	167	Poissons	Prédateur supérieur "empoisonnement secondaire"
44	Heptachlore et époxyde	0,0067	Poissons	Santé humaine

En revanche, le règlement allemand d'application (OGewV, 2016) invoque uniquement la chair musculaire et le foie comme organes à analyser.

Dans le cadre de la présente étude, les mesures ont porté non seulement sur le filet, mais si possible également sur la carcasse (reste du corps) sur un même lot et sur le poisson entier sur un second lot analogue. Les relations suivantes en ont été déduites :

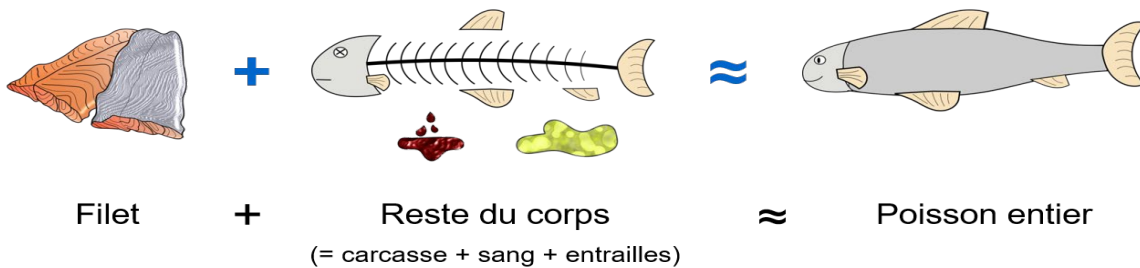
Tabl. 5 : Contributions massiques respective du filet et du reste du corps

Espèce piscicole	Rapport filet/reste du corps	Calcul de la concentration de polluants (CP) dans le poisson entier
Gardon	44:56	$CP \text{ poisson entier} = [(CP \text{ filet} \times 44) + (CP \text{ reste du corps} \times 56)] / 100$
Perche	42:58	$CP \text{ poisson entier} = [(CP \text{ filet} \times 42) + (CP \text{ reste du corps} \times 58)] / 100$
Chevaine	47:53	$CP \text{ poisson entier} = [(CP \text{ filet} \times 47) + (CP \text{ reste du corps} \times 53)] / 100$

Ces formules traduisent la contribution massique respective moyenne observée du filet et du reste du corps, dans le calcul de la concentration totale dans le poisson entier. Celle-ci dépend également de la distribution des polluants entre le filet et le reste du corps (CP filet / CP reste du corps) qui varie selon leur caractère lipophile ou protéinophile.

Des exemples de la répartition observée des polluants dans les tissus des poissons sont présentés en annexe 3.

L'une des principales constatations est qu'on observe globalement un bon recouvrement entre les résultats obtenus par l'analyse directe d'un lot de poisson entier donné et ceux obtenus par calcul à partir des concentrations analysées séparément dans le filet et le reste du corps d'un lot analogue de poissons issus de la même station. Ceci démontre une bonne reproductibilité de l'ensemble du processus (homogénéité entre les lots pêchés, limitation des biais potentiels de préparation, et reproductibilité des analyses).



3. Résultats

Les tableaux suivants présentent les résultats d'analyse des substances prioritaires dans les poissons (tabl. 6) et les bivalves (tabl. 7). Les dépassements de la NQE sont signalés en rouge, les valeurs respectant la NQE sont signalées en bleu.

Dans le cas des poissons il s'agit d'un focus comparatif sur l'ensemble des bassins de la Moselle et de la Sarre centré sur les résultats obtenus sur les filets des gardons et des perches âgés de 3 ans (avec en complément pour le cours français la comparaison également à quelques lots d'âge supérieur).

3.1 Contamination des poissons

Tabl. 6 : Résultats des analyses du biote dans le filet de gardons et de perches

n° courant				F1	F2
	Concerne			poisson (filet)	poisson (filet)
	Cours d'eau			Moselle	Moselle
	Lieu			Millery	Millery
	Espèce piscicole			Perche	Perche
	Classe d'âge			10-12 ans	3 ans
	Paramètre	Unité	NQE		
1a	OMS(2005)-PCDD/F+PCB TEQ excl. LD	ng/kg	6,5	6,75	0,68
1b	OMS(2005)-PCDD/F+PCB TEQ y compr. LD	ng/kg	6,5	7,00	1,10
2	TOTAL PBDE (28, 47, 99, 100, 153, 154)	µg/kg	0,0085	43,99	15,26
3	HBCD (Somme de alpha-, beta-, gamma-)	µg/kg	167	0,95	0,37
4a	Somme PFOS / PFOA excl. LD	µg/kg	9,1	6,79	13,80
4b	Somme PFOS / PFOA y compr. LD	µg/kg	9,1	6,83	13,80
5	Hexachlorobutadiène	µg/kg	55	< 0,0440	< 0,0417
6	Hexachlorobenzène (HCB)	µg/kg	10	< 0,277	< 0,250
	Heptachlore	µg/kg		< 0,0555	< 0,0500
7	Heptachloroépoxyde, cis-	µg/kg	0,0067	< 0,0832	< 0,0750
	Heptachloroépoxyde, trans-	µg/kg		< 0,166	< 0,150
8	Dicofol	µg/kg	33	< 10	< 10
9	Mercure (Hg)	mg/kg	0,02	0,51	0,17

Tabl. 6 : Résultats (suite)

n° courant	F3	F4	F5	F6	F7	F8
	poisson (filet) Moselle Millery Gardons	poisson (filet) Moselle Vandières Gardons	poisson (filet) Moselle Vandières Gardons	poisson (filet) Moselle Vandières Gardons	poisson (filet) Meuse Sassey Gardons	poisson (filet) Moselle Liverdun Gardons
Classe d'âge	3 ans	3 ans	4-5 ans	3 ans	3 ans	3 ans
1a	2,06	0,64	1,19	0,95	0,26	2,28
1b	2,32	0,92	1,45	1,23	0,55	2,52
2	5,44	1,94	3,71	2,89	0,46	2,17
3	0,35	0,12	0,28	0,18	0,16	0,33
4a	7,63	7,97	8,96	8,30	2,67	6,07
4b	7,68	8,02	9,00	8,35	2,71	6,12
5	< 0,0454	< 0,0485	< 0,0477	< 0,0451	< 0,0449	< 0,0444
6	< 0,407	< 0,294	< 0,323	< 0,277	< 0,330	< 0,335
7	< 0,0814	< 0,0587	< 0,0646	< 0,0555	< 0,0660	< 0,0670
	< 0,122	< 0,0881	< 0,0969	< 0,0832	< 0,0990	< 0,100
	< 0,244	< 0,176	< 0,194	< 0,166	< 0,198	< 0,201
8	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
9	0,04	0,04	0,05	0,06	0,05	0,06

Tabl. 6 : Résultats (suite)

n° courant	F9	F10	F11	F12	F13
	poisson (filet) Moselle Liverdun Perche	poisson (filet) Moselle Liverdun Perche	poisson (filet) Moselle Liverdun Perche	poisson (filet) Meuse Sassey Perche	poisson (filet) Sarre Güdingen Gardons
Classe d'âge	3 ans	10-12 ans	4-5 ans	4-5 ans	3 ans
1a	1,84	3,41	2,62	0,09	2,80
1b	2,12	3,66	2,88	0,56	3,05
2	2,00	6,59	2,98	0,90	7,19
3	0,18	1,11	0,38	0,15	5,60
4a	24,50	8,82	10,30	5,76	4,36
4b	24,50	8,88	10,30	5,81	4,41
5	< 0,0398	< 0,0462	< 0,0408	< 0,0482	< 0,0509
6	< 0,348	< 0,298	< 0,308	< 0,327	< 0,278
7	< 0,0697	< 0,0597	< 0,0616	< 0,0654	< 0,0528
	< 0,105	< 0,0895	< 0,0924	< 0,0981	< 0,0791
	< 0,209	< 0,179	< 0,185	< 0,196	< 0,158
8	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
9	0,12	0,44	0,23	0,14	0,10

Tabl. 6 : Résultats (suite)

n° courant	5	6	7	9	10	11
	poisson (filet) Moselle Lehmen Perche	poisson (filet) Moselle Lehmen Gardon	poisson (filet) Moselle Detzem Gardon	poisson (filet) Moselle Detzem Perche	poisson (filet) Moselle Palzem Perche	poisson (filet) Moselle Palzem Gardon
Classe d'âge	3 ans	3 ans	3 ans	3 ans	3 ans	3 ans
1a	1,37	0,64	0,75	1,63	0,95	0,63
1b	1,62	0,94	1,04	1,89	1,23	0,91
2	1,96	0,77	1,12	3,49	1,00	0,58
3	1,07	0,43	0,53	1,33	0,45	0,41
4a	22,30	6,17	9,31	36,30	57,80	21,00
4b	22,30	6,23	9,36	36,40	57,80	21,10
5	< 0,044	< 0,043	< 0,039	< 0,040	< 0,040	< 0,038
6	0,20	0,40	0,26	0,18	0,08	0,22
	< 0,01	< 0,010	< 0,010	< 0,01	< 0,010	< 0,0099
7	< 0,015	< 0,015	< 0,015	< 0,015	< 0,015	0,02
	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030
8	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
9	0,18	0,02	0,01	0,17	0,16	0,01

Tabl. 6 : Résultats (suite)

n° courant	13	14	15	16	39	41	42
	poisson (filet) Sûre Wintersdorf Gardon	poisson (filet) Sûre Wintersdorf Perche	poisson (filet) Sarre Schoden Perche	poisson (filet) Sarre Schoden Gardon	poisson (filet) Sarre Fremersdorf Perche	poisson (filet) Sarre Fremersdorf Gardon	poisson (filet) Alzette Ettelbrück Gardon
Classe d'âge	3 ans	3 ans	3 ans	3 ans	3 ans	3 ans	3 ans
1a	0,46	0,83	1,60	0,95	2,15	1,75	0,79
1b	0,74	1,09	1,85	1,22	2,42	2,04	1,05
2	0,89	1,36	7,57	4,46	9,00	5,99	1,53
3	1,28	1,44	1,59	1,29	1,77	1,94	2,14
4a	3,31	12,80	12,90	4,00	11,20	5,52	2,53
4b	3,37	12,80	13,00	4,05	11,30	5,57	2,59
5	< 0,048	< 0,041	< 0,039	< 0,042	< 0,041	< 0,040	< 0,042
6	0,20	0,17	0,25	0,40	0,23	0,27	0,36
	< 0,0097	< 0,01	< 0,010	< 0,01	< 0,0099	< 0,011	< 0,01
7	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,04
	< 0,029	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,032	< 0,030
8	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
9	0,05	0,10	0,10	0,01	0,08	0,04	0,08

3.2 Contamination des bivalves

Le tableau 7 contient les résultats d'analyse des polluants dans les bivalves. Selon la directive 2013/39/UE, ne sont analysés sur ce groupe de biote que le fluoranthène et le benzo(a)pyrène en tant que sentinelle de l'ensemble des HAP. Pour leur part les analyses sur poissons ne représenteraient pas le niveau maximal de bioaccumulation du fait de processus de métabolisation.

Tabl. 7 : Résultats des analyses du biote dans le corps mou des bivalves

		Numéro de l'échantillon	710-2016-20782004	710-2016-20782006	710-2016-20782001	710-2016-20782002
		Concerné	Bivalve	Bivalve (corps mou)	Bivalve (corps mou)	Bivalve (corps mou)
Paramètre	NQE*	Unité	Cours d'eau : Moselle Lieu : km 223 Grevenmacher Espèce Dreissena Remarque : 04-05-2015	Cours d'eau : Mosel Lieu : km 176 Detzem Espèce Dreissena Remarque : 30-04-2015	Cours d'eau : Moselle Lieu: km 16 Coblenze Espèce Dreissena Remarque : 27-04-2015	Cours d'eau : Sarre Lieu: km 13 Schoden Espèce 2 Dreiss, 2 Corbicula Remarque : 04-05-2015
Fluoranthène	30	µg/kg	95,2	63,8	15,8	80,1
Benzo[a]pyrène	5	µg/kg	22,0	14,3	6,8	2,8

*NQE selon dir. 2013/39/UE

3.3 Examen de polluants sélectionnés dans les poissons

Les graphiques présentés ci-après visent à mettre en exergue les variations spatiales des concentrations dans les poissons âgés d'environ 3 ans sur les bassins de la Moselle et de la Sarre, ainsi que les variations inter-espèces.

Au niveau spatial, certaines zones apparaissent plus particulièrement contaminées par certaines substances. Ces observations ponctuelles mériteront d'être consolidées, et le cas échéant des investigations complémentaires pour identifier des sources d'apport particulières devraient être menées, notamment pour le PFOS sur la Moselle des trois frontières.

Les niveaux trophiques théoriques (NT) et les régimes alimentaires des différentes espèces rappelés dans le tableau -2 expliquent pour partie les différences de degré de contamination observées entre les espèces.

En lien avec la littérature (Fliedner 2018), on peut signaler que les filets des perches (qui sont des inverti-piscivores de NT élevé) sont plus contaminés en substances protéinophiles (mercure et PFOS) que ceux du gardon (omnivore de NT inférieur).

En revanche les gardons sont globalement deux fois plus contaminés en hexachlorobenzène que les perches ce qui s'explique sans doute en grande partie par le fait qu'ils sont deux fois plus gras. Dans une exploitation plus avancée des résultats, pour s'affranchir de ce type de biais de comparaison il faudra procéder à une normalisation des résultats (par le taux de graisse pour les composés lipophiles et par la matière sèche pour les composés protéinophiles).

3.3.1 Hg - Mercure

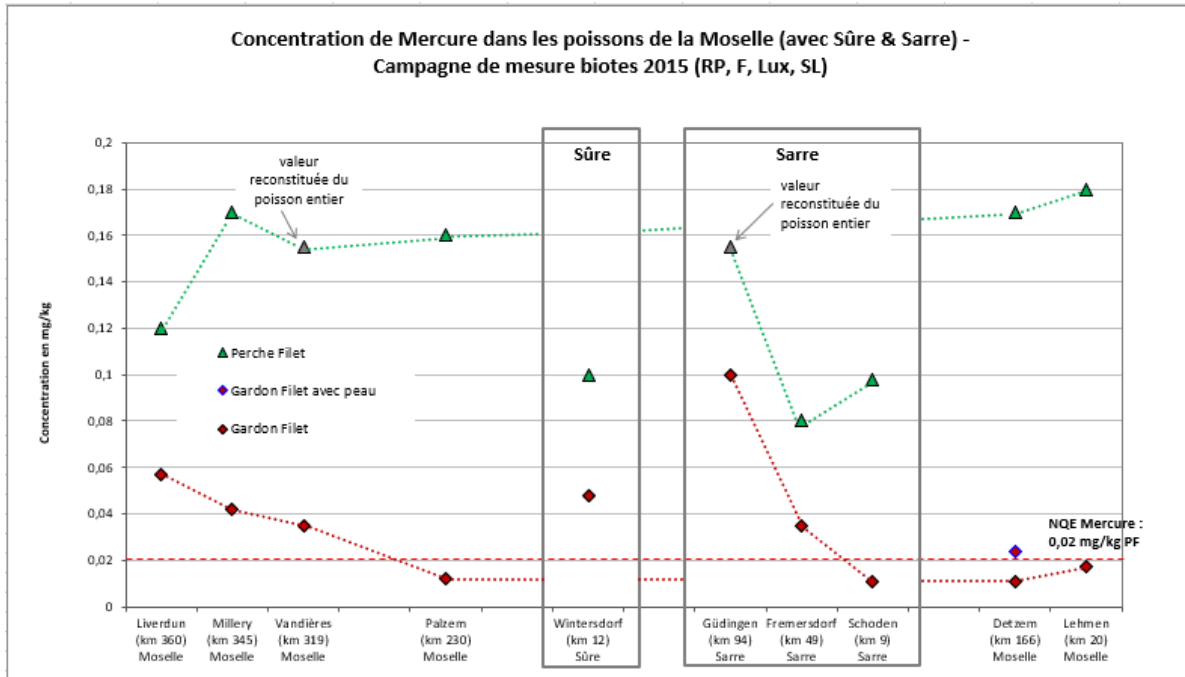


Fig. 8 : Hg – Moselle, Sûre et Sarre (gardon et perche)

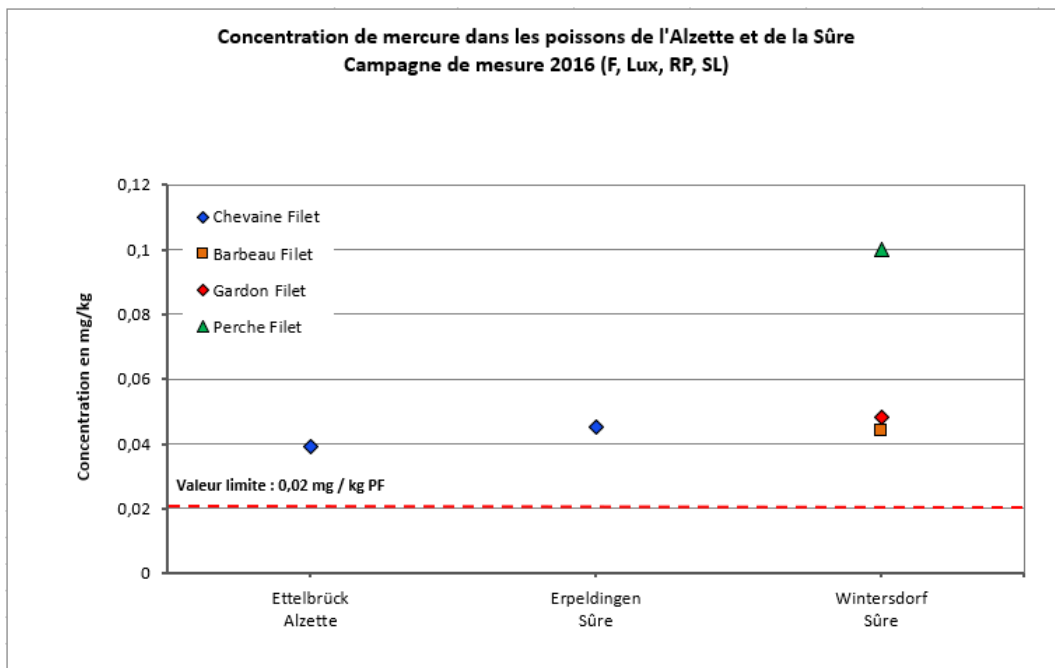


Fig. 9 : Hg – Alzette et Sûre (chevaîne, barbeau, gardon, perche)

-3.3.2 HBCD - Hexabromocyclododécane

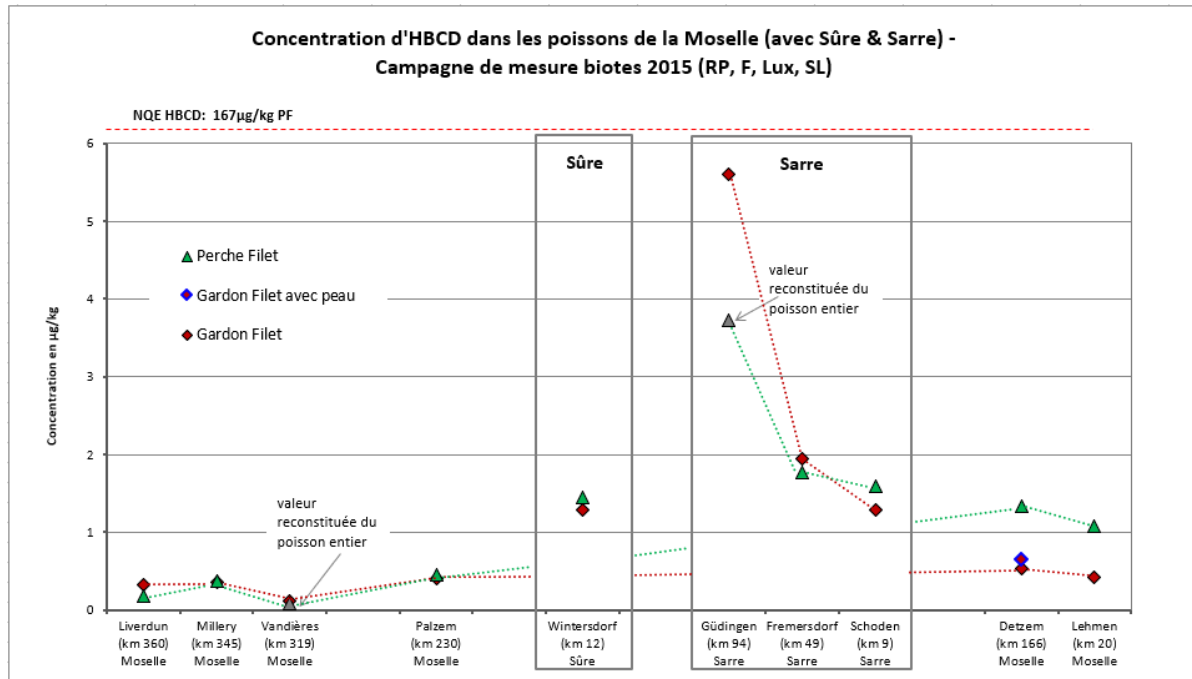


Fig. 10 : HBCD – Moselle, Sûre et Sarre (gardon et perche)

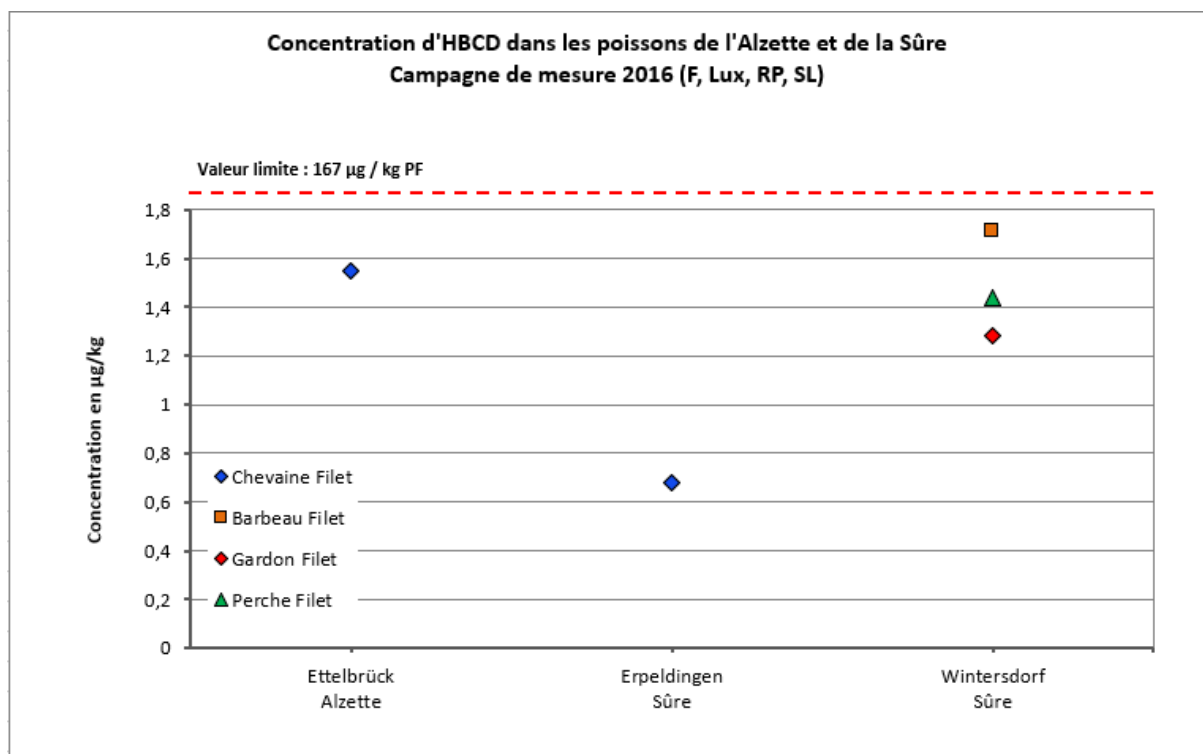


Fig. 11 : HBCD – Alzette et Sûre (chevaîne, barbeau, gardon, perche)

3.3.3 HCB - Hexachlorobenzène

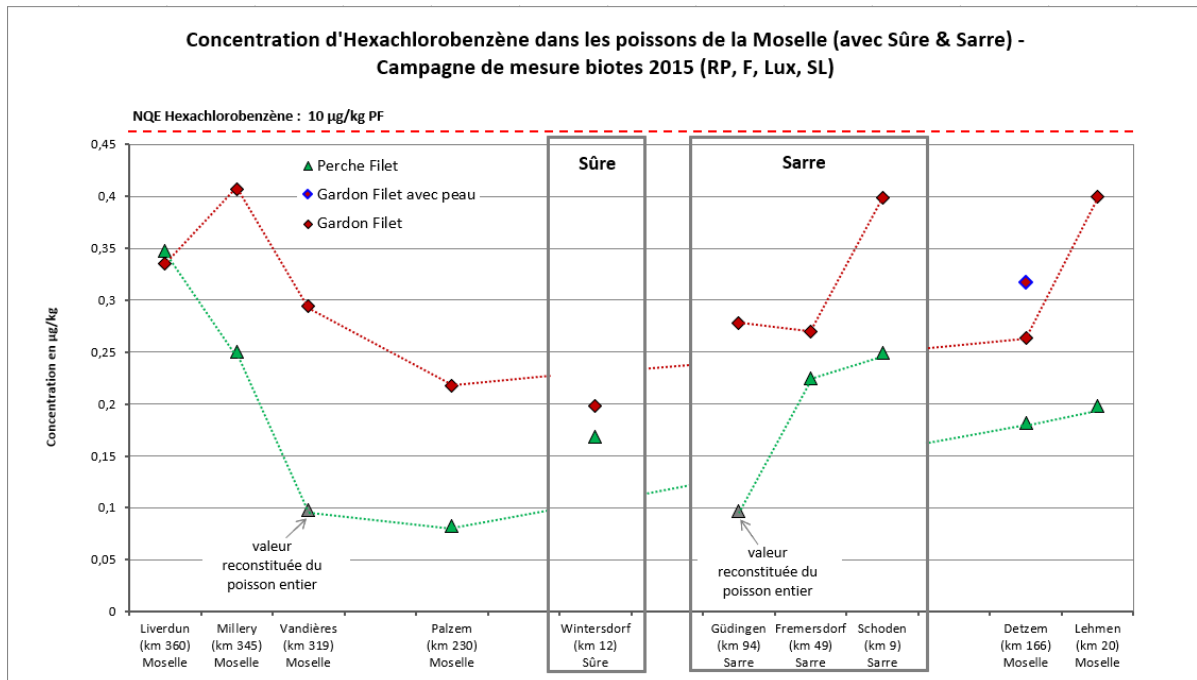


Fig. 12 : HCB – Moselle, Sûre et Sarre (gardon et perche)

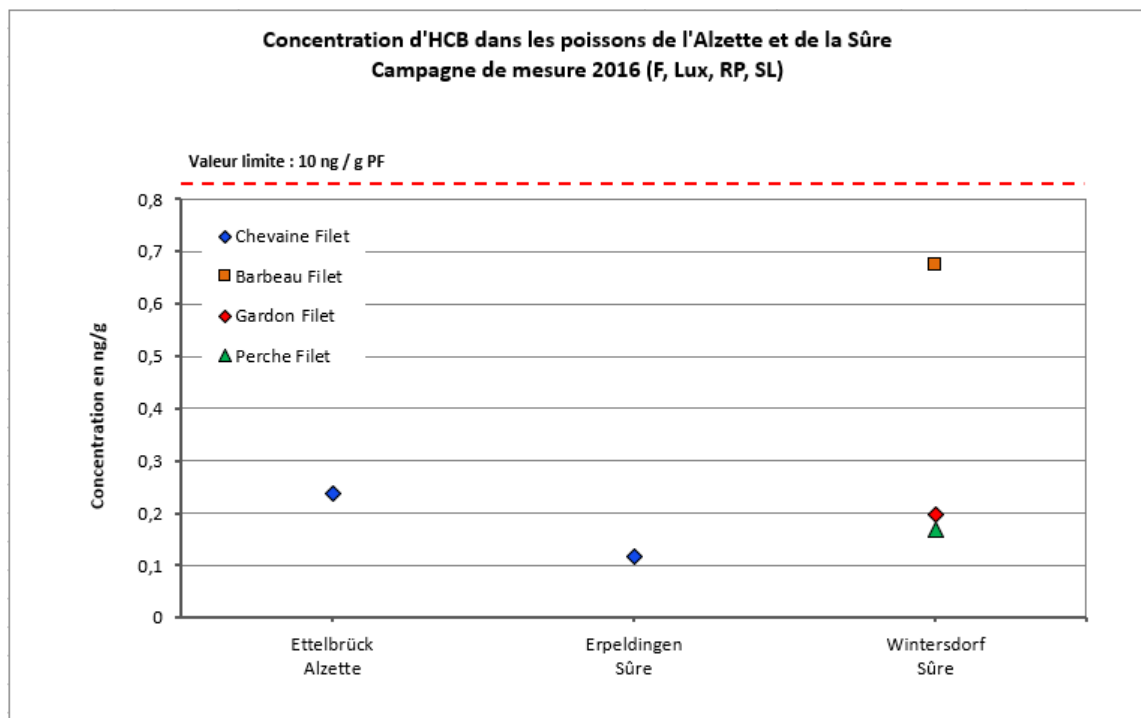


Fig. 13 : HCB – Alzette et Sûre (chevaîne, barbeau, gardon, perche)

3.3.4 PFOS/PFOA – acide perfluorooctanesulfonique

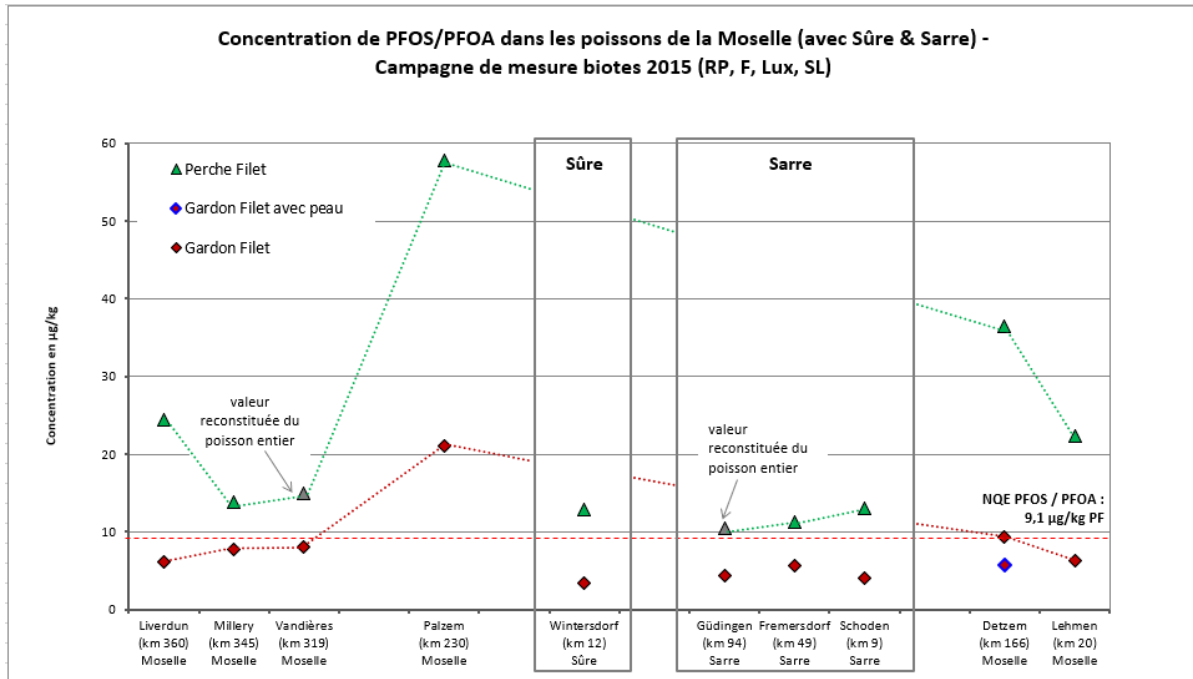


Fig. 14 : PFOS / PFOA – Moselle (Sûre & Sarre) (gardon et perche)

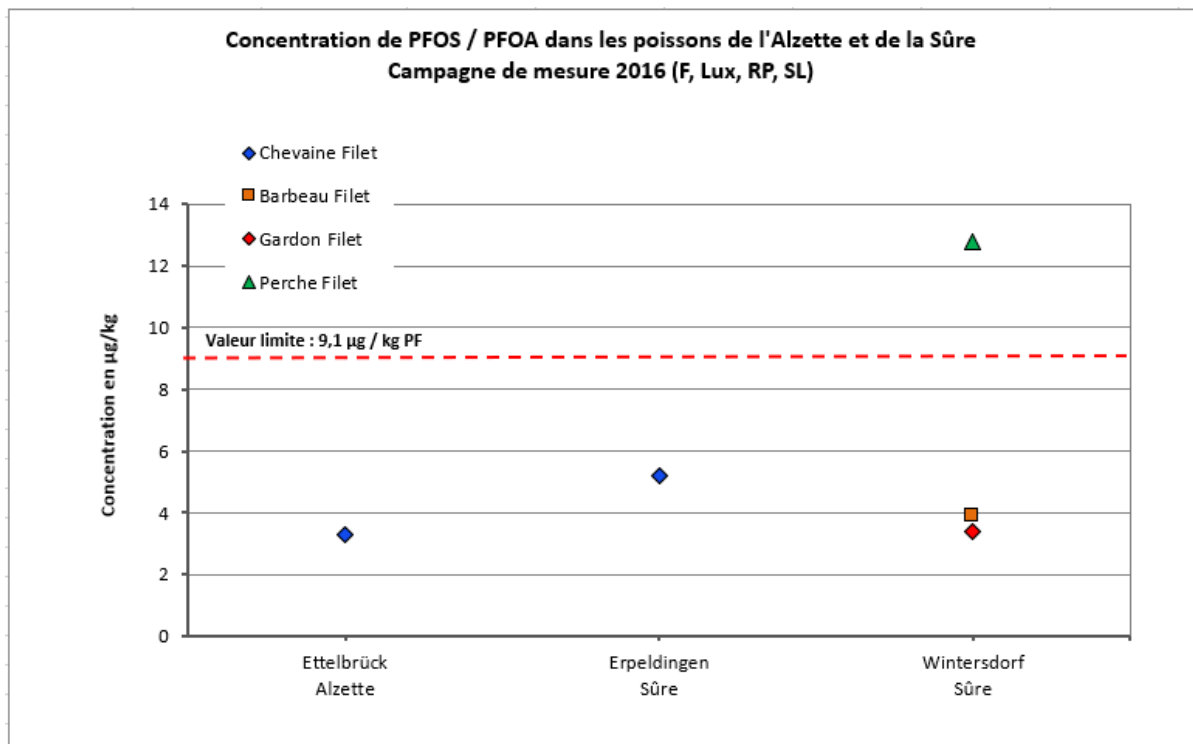


Fig. 15 : PFOS/PFOA – Alzette et Sûre (chevaîne, barbeau, gardon, perche)

3.3.5 PCDD/F et dl-PCB – dioxines, furannes et polychlorobiphényles de type dioxine

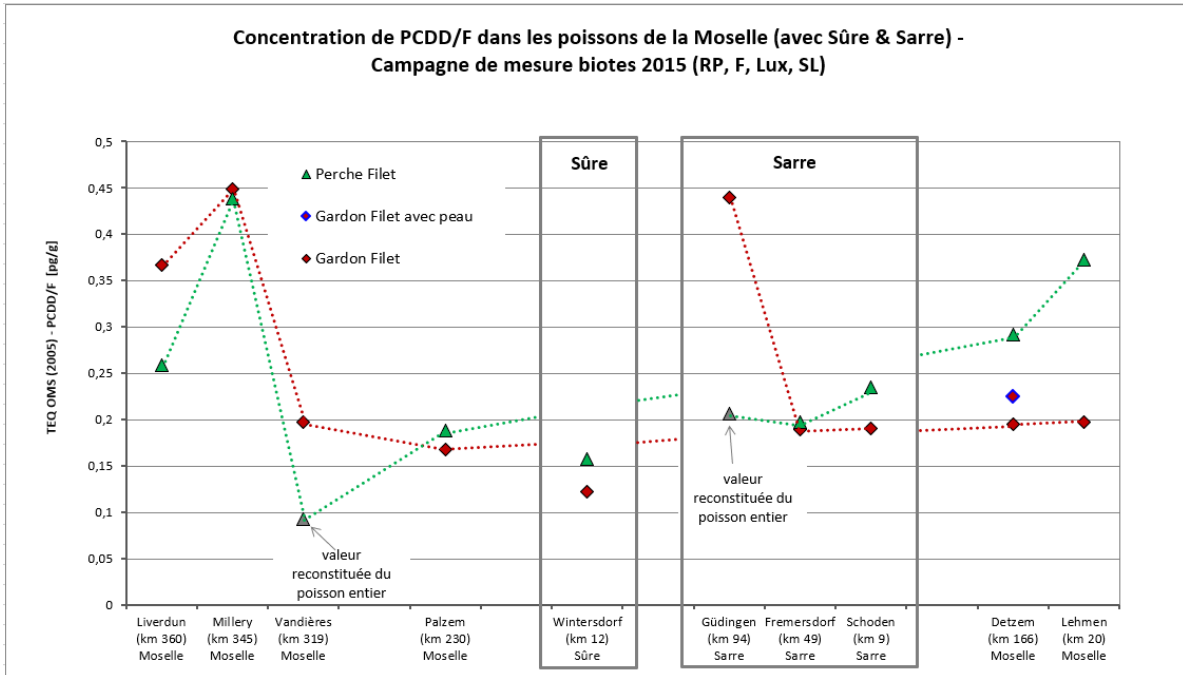


Fig. 16 : PCDD/F – Moselle, Sûre et Sarre (gardon et perche)

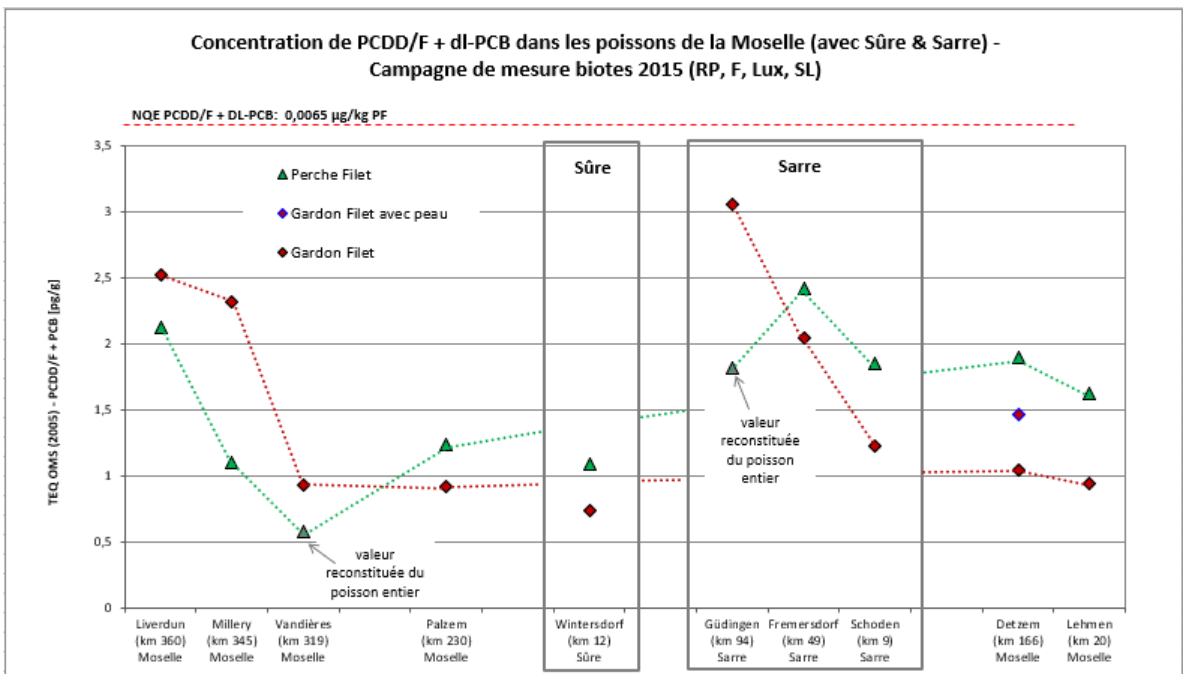


Fig. 17 : PCDD/F + PCB-dl – Moselle, Sûre et Sarre (gardon et perche)

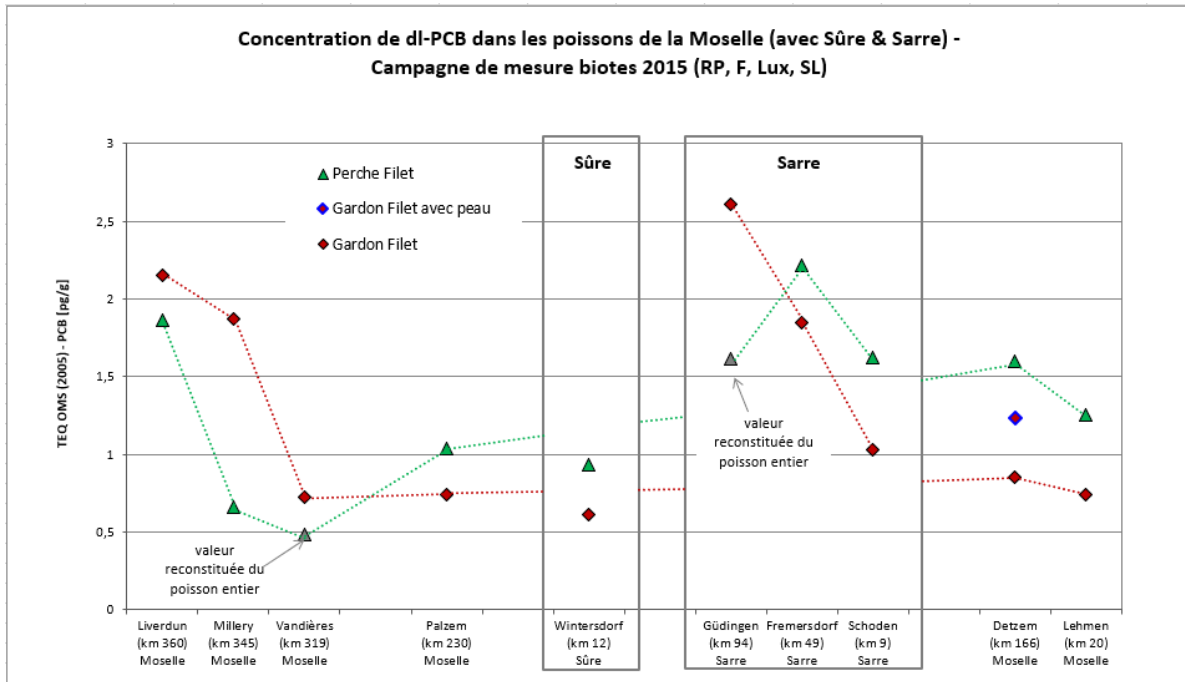


Fig. 18 : PCB-dl – Moselle, Sûre et Sarre (gardon et perche)

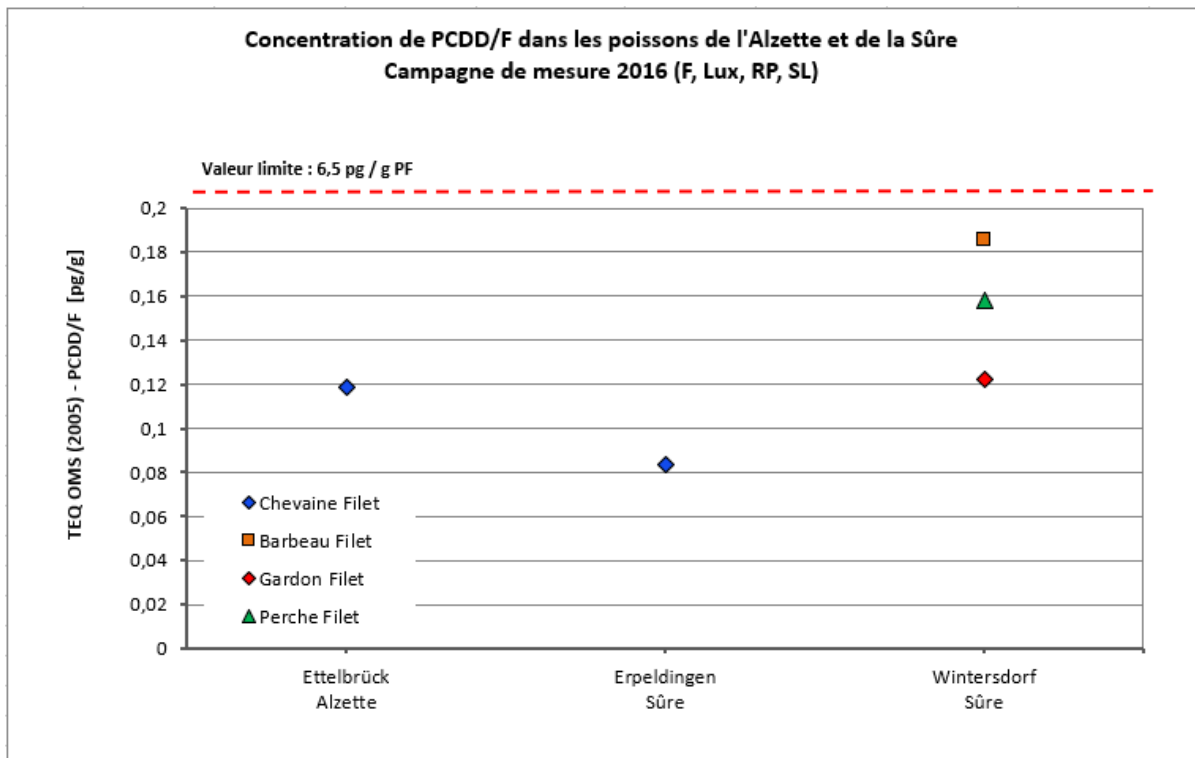


Fig. 19 : PCDD/F – Alzette et Sûre (chevaine, barbeau, gardon, perche)

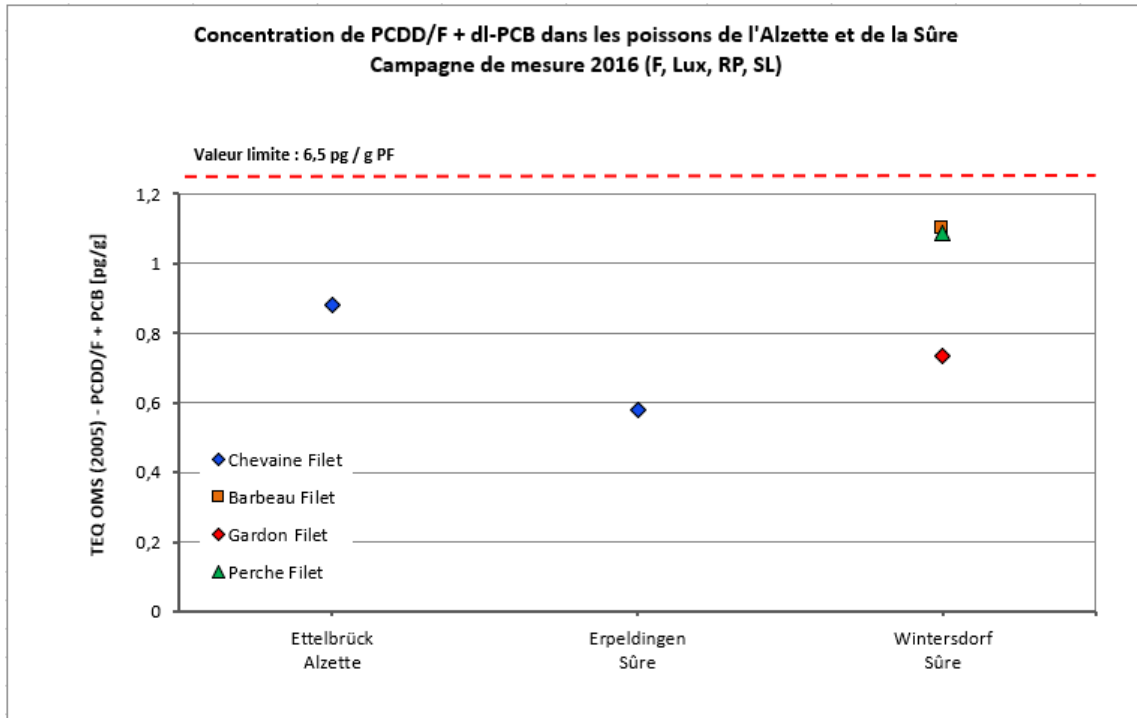


Fig. 20 : PCDD/F + PCB-dl – Alzette et Sûre (chevaîne, barbeau, gardon, perche)

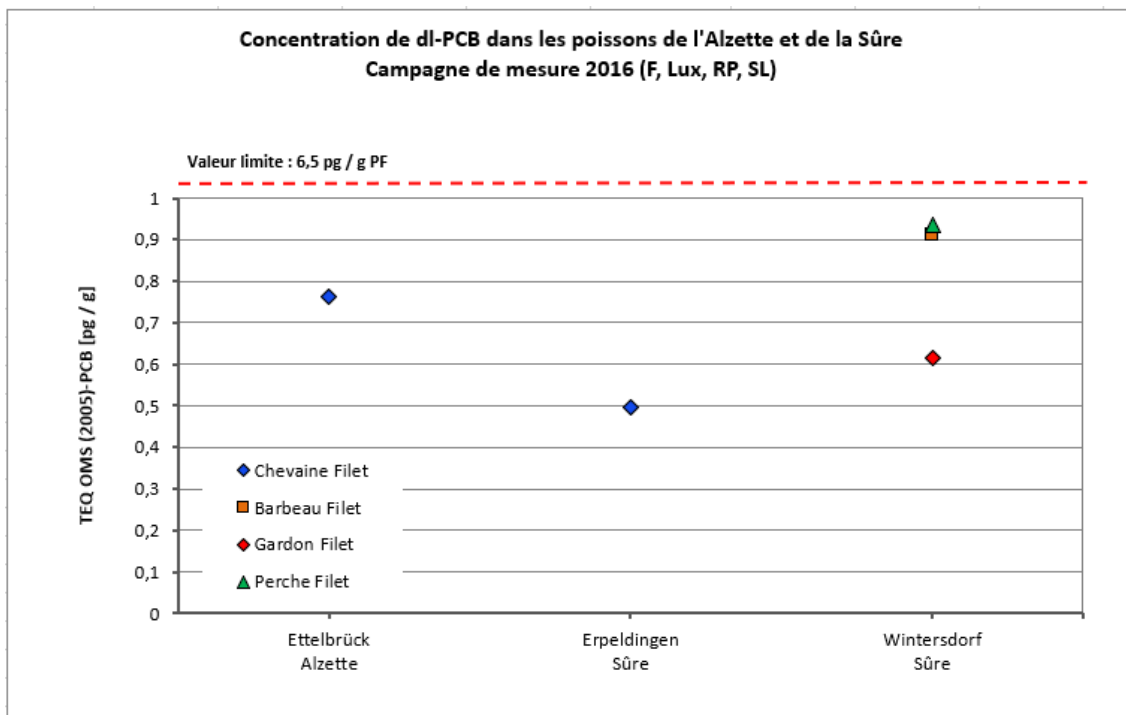


Fig. 21 : PCB-dl – Alzette et Sûre (chevaîne, barbeau, gardon, perche)

3.3.6 PCB-ndl – polychlorobiphényles de type non dioxine

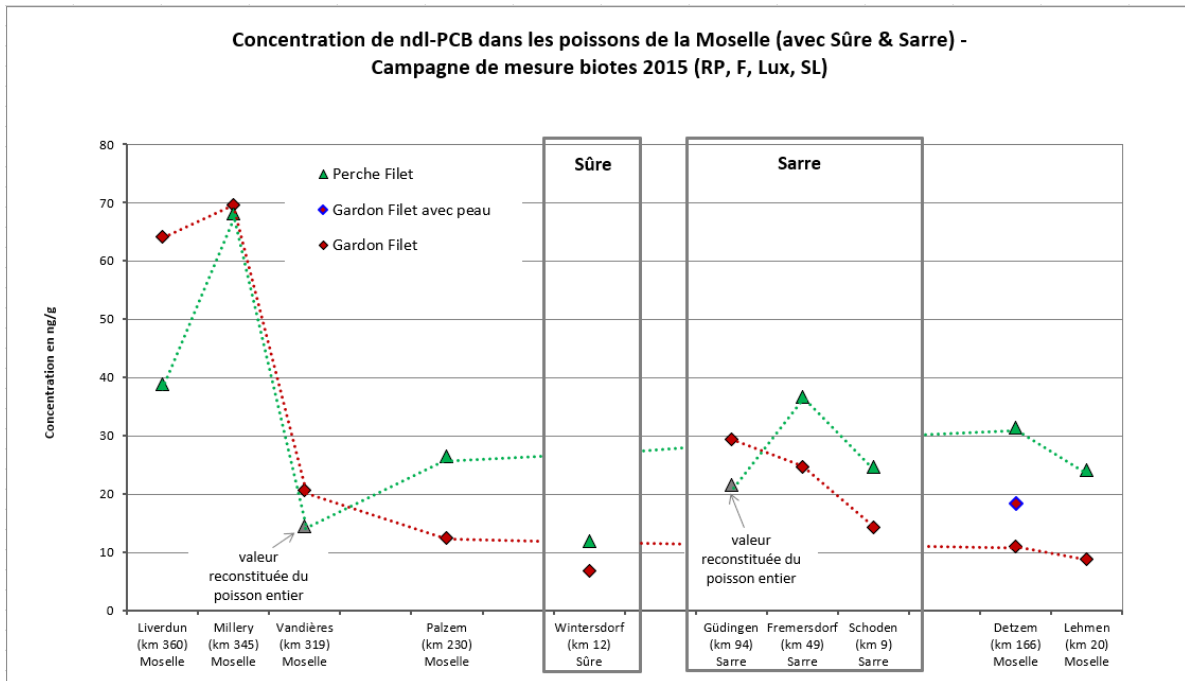


Fig. 22 : PCB-ndl – Moselle, Sûre et Sarre (gardon et perche)

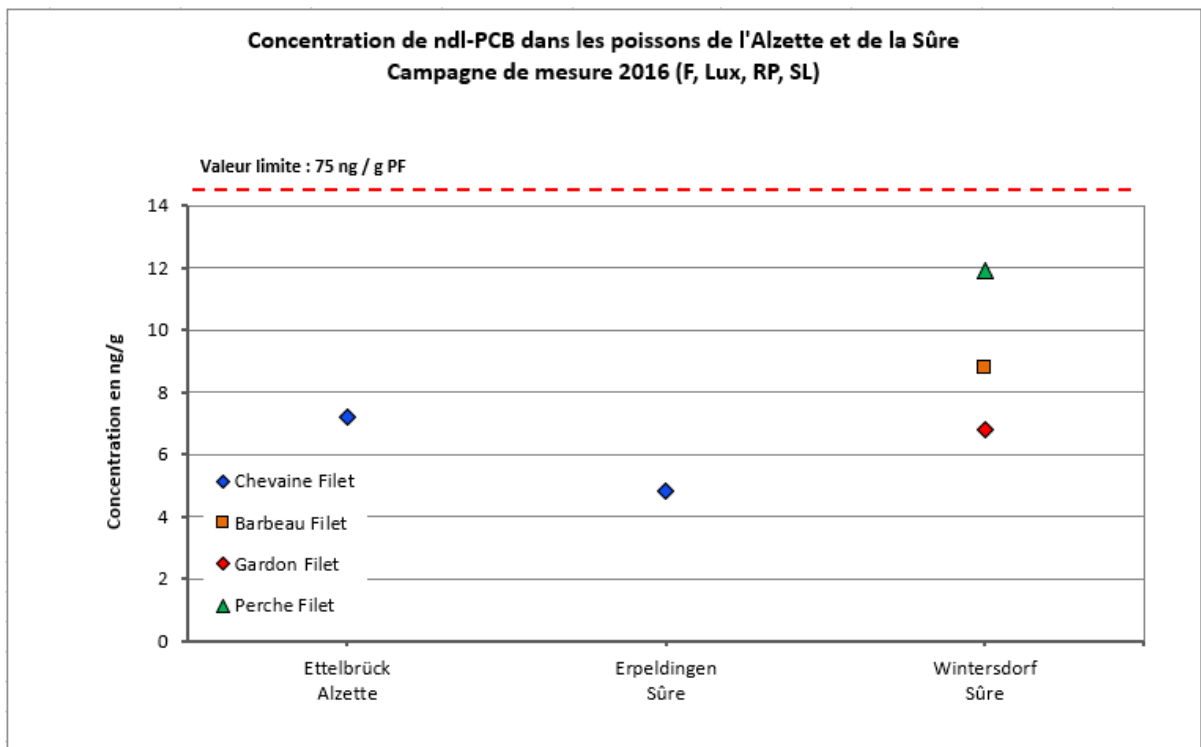


Fig. 23 : PCB-ndl – Alzette et Sûre (chevaîne, barbeau, gardon, perche)

3.3.7 PBDE - Diphényléthers polybromés

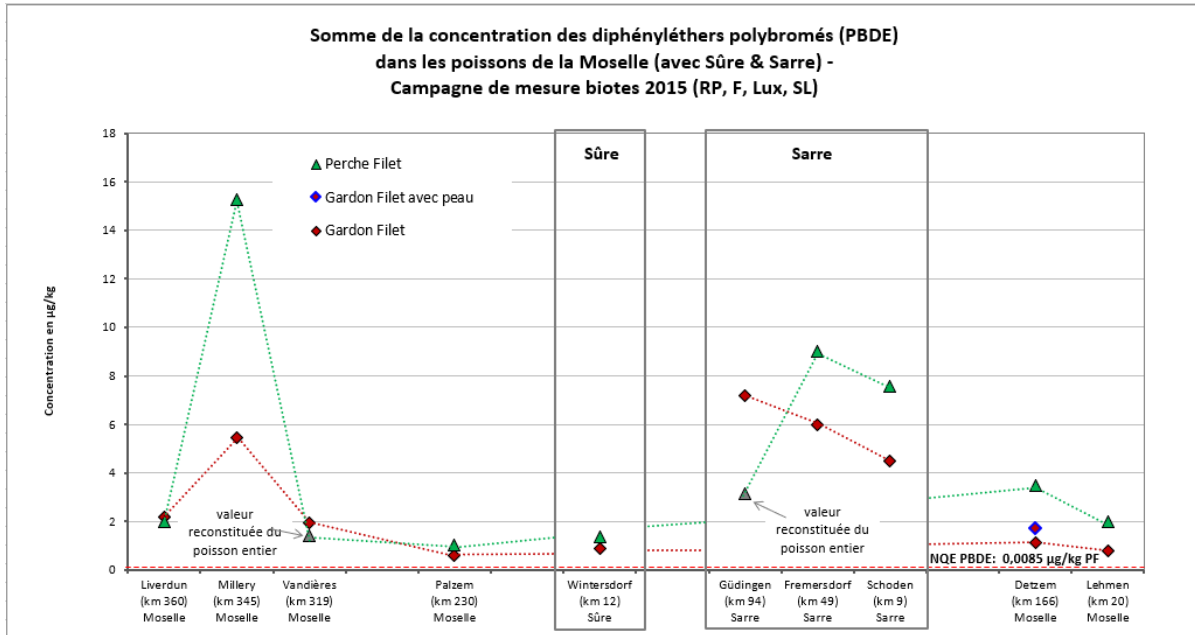


Fig. 24 : PBDE – Moselle, Sûre et Sarre (gardon et perche)

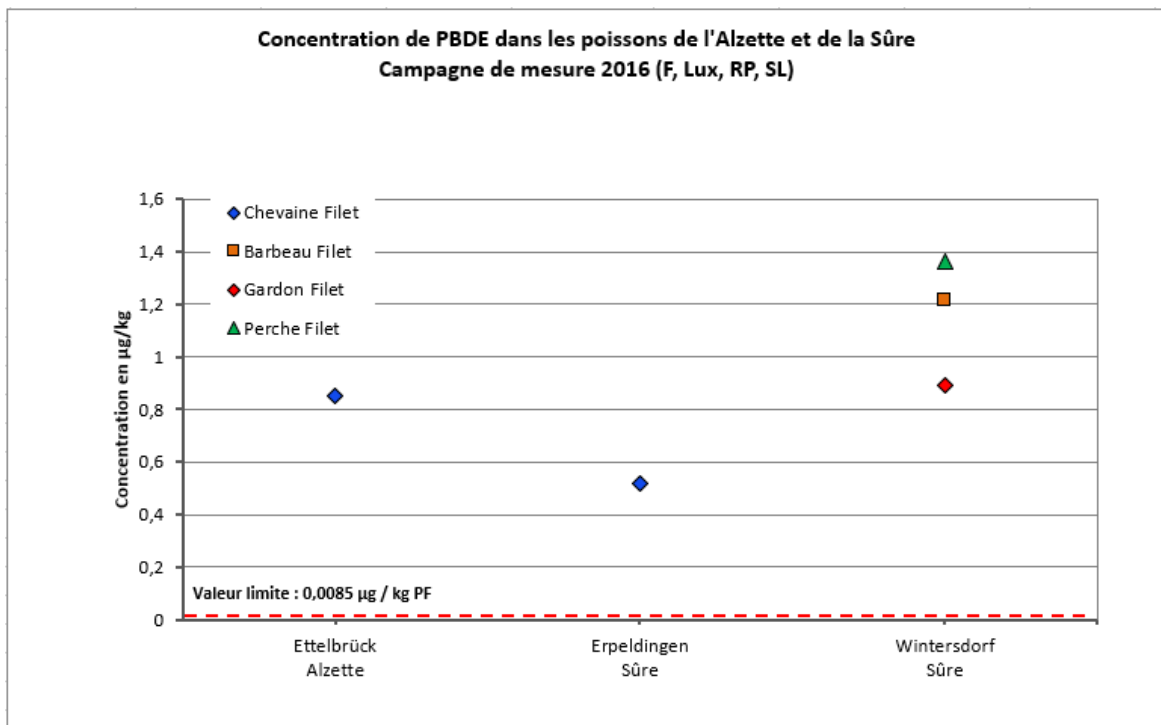


Fig. 25 : PBDE – Alzette et Sûre (chevaîne, barbeau, gardon, perche)

3.4 Explication en marge sur la teneur en graisse : Perches et gardons

Pour interpréter les données présentées sous le chapitre 3.3, il est utile de connaître la teneur en graisse des poissons analysés car de nombreux polluants s'accumulent dans le corps adipeux des poissons. La figure 26 ci-après illustre les résultats pour les cours d'eau de plus grande taille Moselle, Sarre et Sûre.

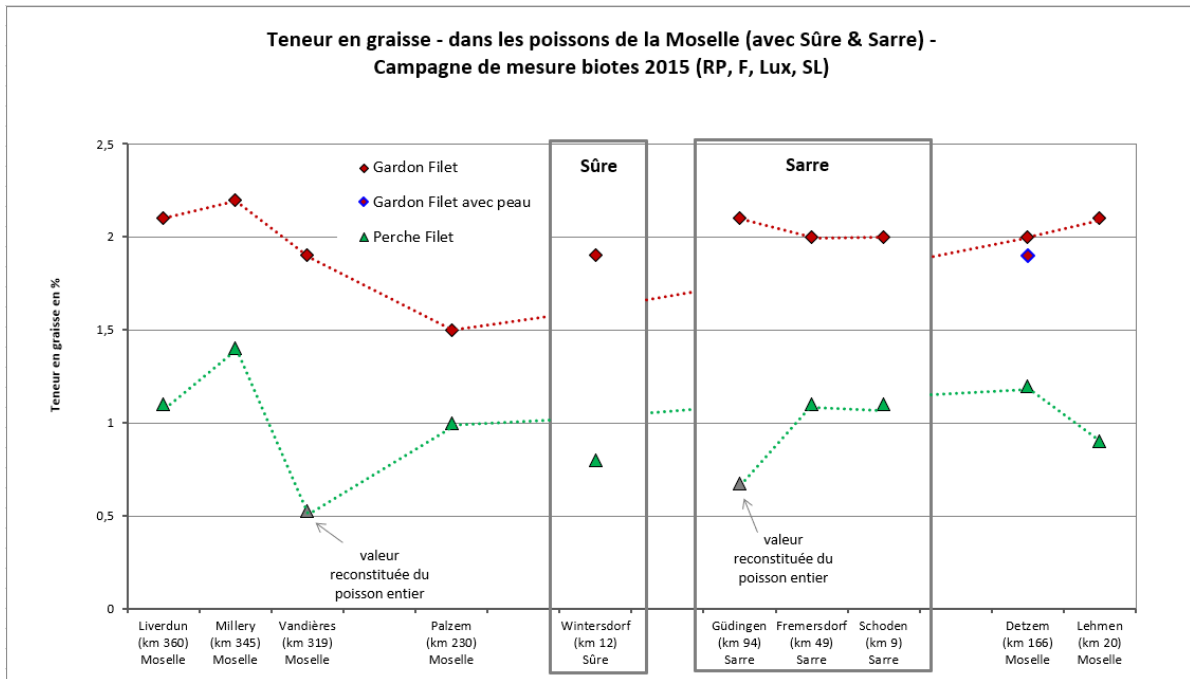


Fig. 26 : Teneur en graisse des poissons

3.5 Explication en marge – Contamination des gobies (à taches noires)

Outre les espèces piscicoles autochtones qui font habituellement l'objet d'analyses, les cours d'eau étudiés hébergent également des espèces allochtones invasives. Le néozoaire « gobie à taches noires » est une espèce envahissante abondante qui colonise en partie en grande masse les grandes rivières susmentionnées. Les résultats d'analyses figurant ci-après sont communiqués à titre de complément et en regard des normes de qualité environnementale respectives.

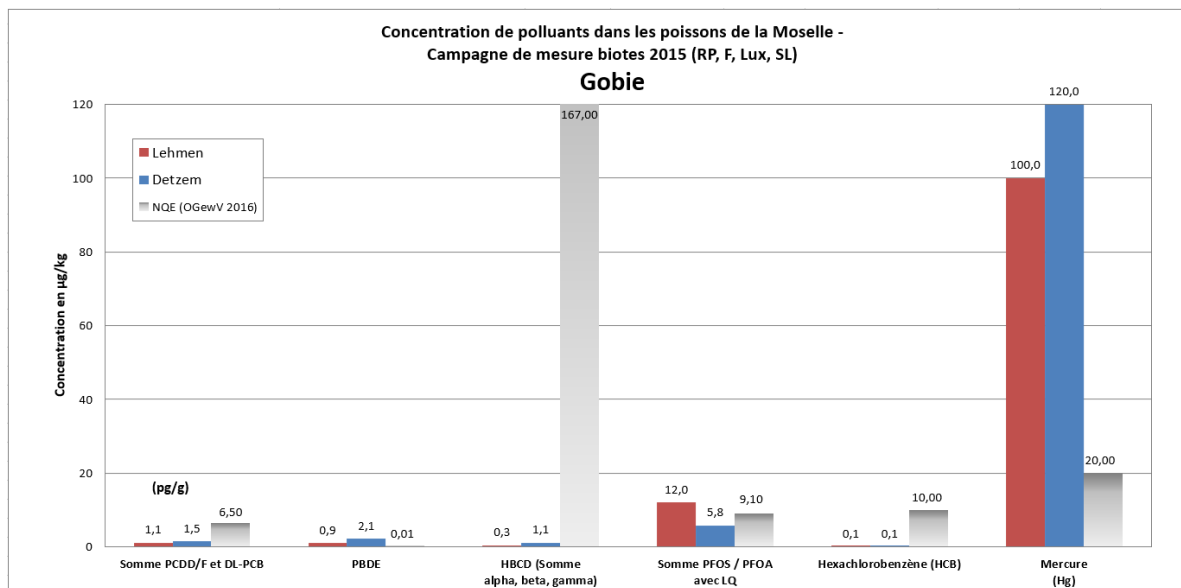


Fig. 27 : Concentrations de polluants dans les gobies

3.6 Examen de certains polluants (HAP) dans les bivalves

Les concentrations de **benzo(a)pyrène** et de **fluoranthène** dans les dreissènes dépassent nettement leurs NQE respectives (5 et 30 g/kg PF) dans la Moselle des trois frontières (à la station internationale de Sierck-Palzem-Grevenmacher) et diminuent ensuite progressivement (cf. station de Detzem) pour redevenir respectivement proches ou inférieures à ces limites à l'amont de la confluence avec le Rhin (cf. station de Coblenze). En comparaison, les concentrations observées dans le Rhin rhénano-palatin (km 394 et 507) sont toutes inférieures aux NQE et nettement inférieures aux concentrations les plus faibles de la Moselle.

À hauteur de Schoden, la Sarre présente également un dépassement important de la NQE du **fluoranthène** (facteur de 2,6), alors que celle du **benzo(a)pyrène** est largement respectée, avec une concentration mesurée proche de celles du Rhin.

Ces résultats méritent d'autant plus notre attention que dans la littérature, les dépassements de NQE par les HAP lors de monitoring biote sont relativement rares contrairement à ce qui est observé lors de suivis directs des concentrations dans l'eau.

En effet, il est notable que lorsque la surveillance du benzo(a)pyrène et du fluoranthène porte sur le compartiment eau, un dépassement fréquent des NQE est observé (cf notamment communication allemande au WFD CIS Working Group Chemicals 2018) du fait des retombées atmosphériques ubiquistes. Cette situation rend difficile la mise en exergue de sites plus particulièrement contaminés et la détermination de priorités d'action.

En revanche, lorsque la surveillance du benzo(a)pyrène et du fluoranthène est menée sur le biote (ce qui doit être privilégié conformément à la Dir 2013/39/UE), cela conduit plus rarement à des dépassements de NQE. Vraisemblablement, les rares dépassements observés résultent de situations particulières, induites par des sources d'émission locales non ubiquistes.

À ce titre, les résultats élevés qui ont été observés sur les dreissènes des bassins de la Moselle et de la Sarre requièrent tout particulièrement d'être pris en considération. L'évolution des concentrations qui a été constatée peut être le signe de sources d'émission en amont, non explicitement mises en évidence lors des mesures de surveillance réalisées habituellement sur des échantillons d'eau. Des investigations complémentaires, en particulier sur les dreissènes vivant dans le cours français de la Moselle, seraient nécessaires pour pouvoir essayer de localiser et d'identifier l'origine de ces émissions.

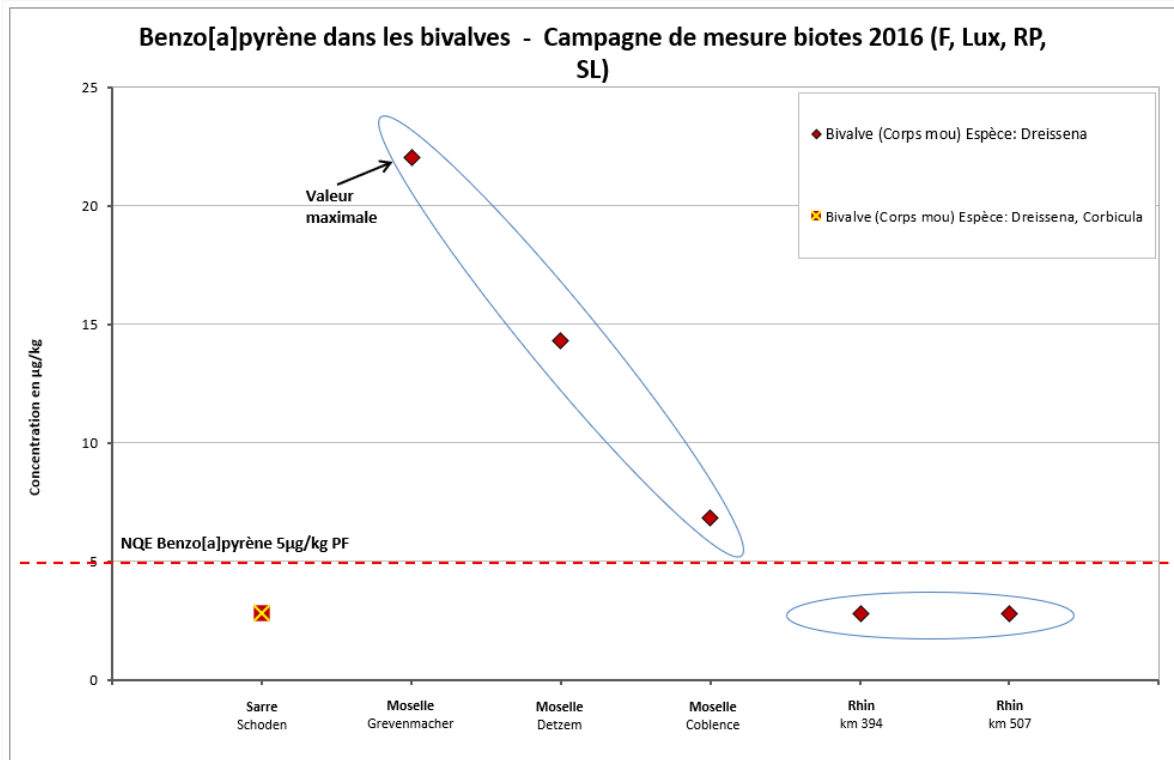


Fig. 28 : Benzo[a]pyrène dans les bivalves

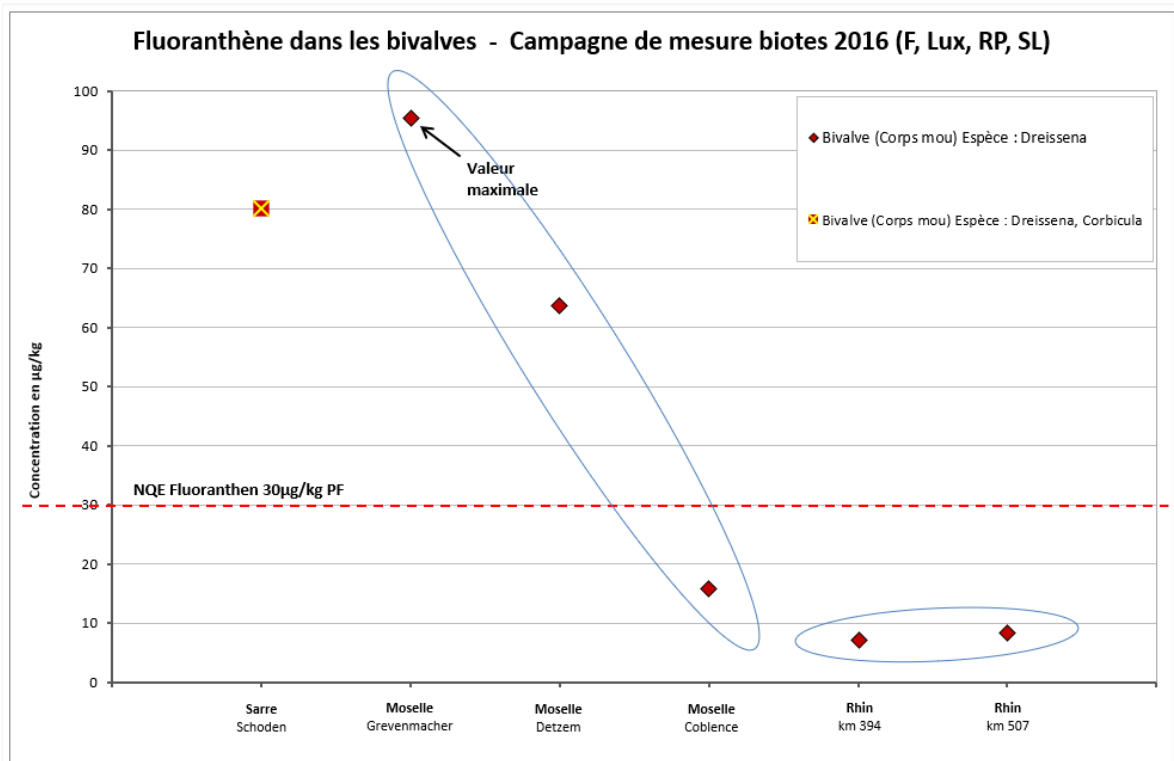


Fig. 29 : Fluoranthène (dans les bivalves)

4 Références

- EC - European Commission (2000) : Directive 2000/60/EC of the European parliament and of the council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy L327: 1-72
- EC - European Commission (2010) : Guidance document No. 25 on chemical monitoring of sediment and biota under the water framework directive.- Technical Report - 2010 - 041 **25**: 16 p.
- EC - European Commission (2014) : Guidance document No. 32 on Biota monitoring (The implementation of EQS_{Biota}) under the water framework directive.- Technical Report - 2014 - 083 **32**: 16 p.
- CE (2013) : Directive 2013/39/UE du Parlement européen et du Conseil du 12 août 2013 portant modification des directives 2000/60/CE et 2008/105/CE sur les substances prioritaires dans le domaine de l'eau. - Journal Officiel des Communautés Européennes **L 226** : 1-17
- CIPMS - Commissions Internationales pour la Protection de la Moselle et de la Sarre (1993) : Rapport sur les substances dangereuses dans les poissons de la Sarre et de la Moselle en 1991. - 24 p., Trèves.
- CIPMS - Commissions Internationales pour la Protection de la Moselle et de la Sarre (2005) : Programme international de mesures « PCB et substances analogues sur les matières en suspension et dans les poissons de la Moselle et de la Sarre en 2004 » - rapport final du groupe de travail ad hoc « Programme de mesure des PCB dans la Moselle et la Sarre » 101 p., Trèves.
- CIPR - Commission Internationale pour la Protection du Rhin (2014) : Proposition de programme pilote d'analyse de la contamination des biotes/poissons par des polluants dans le bassin du Rhin en 2014/2015. - rapport CIPR n° **216f** : 16 p., Coblenze.
- CIPR - Commission Internationale pour la Protection du Rhin (2018) : Evaluation statistique des analyses de la contamination du biote/des poissons par des polluants dans le bassin du Rhin en 2014/2015.- Rapport Fraunhofer 47 p. + annexes, Schmalleberg.
- Fliedner et al. 2018, Biota monitoring under the Water Framework Directive: On tissue choice and fish species selection
- LAWA-AO - Länderarbeitsgemeinschaft Wasser - Ständiger Ausschuss „Oberirdische Gewässer und Küstengewässer“ (2012) : **Arbeitspapier IV.3** Konzeption für Biota-Untersuchungen zur Überwachung von Umweltqualitätsnormen gemäß RL 2008/105/EG État: mars 2012.- Rahmenkonzeption Monitoring - Teil B Bewertungsgrundlagen und Methodenbeschreibungen 11 p.
- LAWA-AO - Länderarbeitsgemeinschaft Wasser - Ständiger Ausschuss „Oberirdische Gewässer und Küstengewässer“ (2013) : **Arbeitspapier IV.1** Untersuchungsverfahren für chemische und physikalisch-chemische Qualitätskomponenten Anlage 3: Analytik für Biota-Untersuchungen (Ergänzung des RAKON IV.3) État 22.01.2013.- Rahmenkonzeption Monitoring - Teil B Bewertungsgrundlagen und Methodenbeschreibungen 3 S.
- OGewV (2016): Verordnung zum Schutz der Oberflächengewässer (Oberflächengewässerverordnung - OGewV) - Ausfertigungsdatum: 20.06.2016 (BGBl. I S. 1373).- Bundesgesetzblatt **28**(Teil 1): 1373-1443
- UBA - Radermacher et al. 2018, Konzept zur Implementierung der neuen Umweltqualitätsnormen für prioritäre Stoffe in Fischen (Richtlinie 2013/39/EU), Forschungskennzahl 3715 22 200 0
- WFD CIS Working Group Chemicals 2018, WFD biota monitoring – Insights into the practical implementation in Germany

Annexes

Annexe 1 : Convention internationale

<p>Übereinkommen über das gemeinsame transnationale Ausschreibungsverfahren</p> <p>Agence de l'Eau Rhin-Meuse (AERM) / Landesamt für Umwelt (LfU) des Landes Rheinland-Pfalz / Administration de la gestion de l'eau Luxembourg (AGE) / Landesamt für Umwelt- und Arbeitsschutz (LUA) des Saarlandes</p>	<p>Convention constitutive du groupement de commandes transnational</p> <p>Agence de l'Eau Rhin-Meuse (AERM) / Landesamt für Umwelt (LfU) des Landes Rheinland-Pfalz / Administration de la gestion de l'eau (AGE) du Luxembourg / Landesamt für Umwelt- und Arbeitsschutz (LUA) des Saarlandes</p>
---	--

<p>Öffentlicher Dienstleistungsauftrag</p> <p>Fischanalysen im Einzugsgebiet der Mosel in Anwendung der Richtlinie 2013/39/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 12. August 2013 zur Änderung der Richtlinien 2000/60/EG und 2008/105/EG in Bezug auf prioritäre Stoffe im Bereich der Wasserpolitik</p>	<p>Marché public de services</p> <p>Analyses de poissons sur le bassin hydrographique de la Moselle en application de la Directive 2013/39/UE du Parlement Européen et du Conseil du 12 août 2013 modifiant les directives 2000/60/CE et 2008/105/CE en ce qui concerne les substances prioritaires pour la politique dans le domaine de l'eau</p>
--	---

Die *Agence de l'Eau Rhin-Meuse (AERM)*,
das Landesamt für Umwelt (LfU) des Landes Rheinland Pfalz,
die *Administration de la gestion de l'eau (AGE) du Luxembourg* und
das Landesamt für Umwelt- und Arbeitsschutz (LUA) des Saarlandes

beabsichtigen gemeinsam und koordiniert Fischanalysen durchzuführen, um den Grad der Belastung von Fischen des Moseleinzugsgebietes mit Mikroverunreinigungen zu beurteilen.

L'*Agence de l'Eau Rhin-Meuse (AERM)*,
Le *Landesamt für Umwelt (LfU) des Landes Rheinland-Pfalz*,
L'*Administration de la gestion de l'eau (AGE) du Luxembourg* et
Le *Landesamt für Umwelt- und Arbeitsschutz (LUA) des Saarlandes*

envisagent de réaliser en commun et de manière coordonnée des analyses de poissons en vue de diagnostiquer le niveau de contamination par les micropolluants des poissons sur le bassin hydrographique de la Moselle.

Geschehen zu Konz in vier Urschriften, jede in deutscher und französischer Sprache, wobei jeder Wortlaut gleichermaßen verbindlich ist.

Fait à Konz en quadruples exemplaires originaux, chacun en langues allemande et française, tous les textes faisant également foi.

Für die / Pour l'

Agence de l'Eau Rhin-Meuse

Marc HOELTZEL

Geschehen zu / Fait à

, den/ le 24.06.2016

Für die / Pour l'

Administration de la gestion de l'eau Luxemburg

Jean-Paul LICKES

Geschehen zu / Fait à

Echternach

, den/ le 7/7/16

Für das / Pour le

Landesamt für Umwelt des Landes Rheinland-Pfalz

Dr. Stefan HILL

Geschehen zu / Fait à

Mainz

, den/ le 8/7/16

Für das / Pour le

Landesamt für Umwelt- und Arbeitsschutz des Saarlandes

Thiemo BURGARD

Geschehen zu / Fait à

, den/ le 14/07/16

Urschrift / Original N° 1/4

Jedes der vier Mitglieder der Auftraggebergemeinschaft bewahrt eine Urschrift des Übereinkommens auf.
Chacun des quatre membres du groupement de commande conserve un original de la convention.

Annexe 2 : Chronologie de la campagne pilote

2014	Accords CIPMS/CIPR (RP, F, Lux, SL)
05/2015:	Coordination : RP
08/2015	Début du travail « diplomatique » : Finances, contrat
09 à 12/2015 :	Pêches Rhin, Moselle, Sarre et Sûre, organisées et mandatées par RP et F
07/2016 :	Signature d'une convention transnationale pour les analyses
04/2016 :	Appel d'offre pour les prestations analytiques (>200 000 €)
08/2016 :	Préparation des échantillons à Mehring/Moselle RP + F
08/2016 :	Evaluation de l'appel d'offre, visite du laboratoire, attribution du marché
09/2016 :	Transport des échantillons (surgelés) à Hambourg
03/2017 :	Réception des résultats RP, Lux, SL
12/2017 :	Réception des résultats F
12/2017 :	Remise des résultats RP, Lux, SL, F à la CIPR pour évaluation
03/2018 :	Présentation des résultats au sein du GT A des CIPMS, Konz
07/2018 :	Parution du rapport de la CIPR sur les résultats « biote 2015 »
12/2018 :	Présentation des résultats à l'occasion de l'assemblée plénière des CIPMS, Coblenze

Annexe 3 : Répartition observée des polluants dans les tissus des poissons (corps/filet/poisson entier)

Pour mémoire, **les résultats de filet, reste du corps et poisson entier calculé (par somme pondérée des concentrations respectives mesurées dans le filet et le reste du corps) sont obtenus sur un même lot de poisson, tandis que les résultats d'analyse du poisson entier mesurés sont obtenus parallèlement sur un second lot analogue mais différent.**

On observe globalement un bon recouvrement entre les résultats obtenus directement sur poisson entier et les résultats obtenus par calcul à partir des concentrations analysées séparément dans le filet et le reste du corps.

En accord avec les données de la littérature (UBA 2018, Fliedner 2018), on constate :

- que les composés organiques lipophiles (PBDE, HBCDD, dioxines et PCB, heptachlore et HCB) ont tendance à s'accumuler préférentiellement dans la carcasse (graisse, cerveau, tissus mous...),
- que le mercure a tendance à s'accumuler prioritairement dans le filet avec un rapport poisson entier/filet allant de 0,7 à 0,8
- et enfin que le PFOS a tendance à s'accumuler prioritairement dans la carcasse (a priori par accumulation dans les tissus mous) avec un rapport poisson entier/filet observé allant de 2,15 à 2,8.

Tabl. A3-1 : Différence de contamination gardon filet et reste du corps vs poisson entier mesuré sur un second lot (Moselle/Palzem)

Différence de contamination en comparaison avec le poisson entier en %		
S ubstance analysée	Filet	Reste du corps
PBDE	-74 %	+39 %
HBCD	-72 %	+39 %
PCB-ndl	-69 %	+34 %
PCDD/F	-65 %	+32 %
Heptachlore et Heptachlore-époxyde	-65 %	+25 %
PFOS / PFOA	-63 %	+11 %
PCDD/F et PCB-dl	-55 %	+32 %
PCB-dl	-52 %	+32 %
HCB	-39 %	+21 %
Hg	-29 %	-6 %

Tabl. A3-2 : Différence de contamination gardon poisson entier calculé vs poisson entier mesuré (Moselle/Palzem)

Substance analysée	Écart entre la valeur calculée et la valeur mesurée pour le poisson entier en %	Différence de contamination en comparaison avec le poisson entier		Différence de contamination en comparaison avec le poisson entier	
		valeur calculée	en %	valeur mesurée	en %
		Filet	Reste du corps	Filet	Reste du corps
Heptachlore et -époxyde	-15	-59	+46	-65	+25
HBCD	-10	-69	+54	-72	+39
PDBE	-11	-70	+55	-74	+39
Concentration de PCDD/F- et de PCB-dl avec LQ	-6	-52	+41	-55	+32
Concentration de PCB-dl avec LQ	-5	-50	+39	-52	+32
Concentration de PCB-ndl avec LQ	-11	-65	+51	-69	+34
Concentration de PCDD/F avec LQ	-11	-61	+48	-65	+32
Concentration de PFOS/PFOA avec LQ	-22	-53	+42	-63	+11
Hexachlorobenzène	-6	-36	+28	-39	+21
Mercuré	-16	-16	+12	-29	-6

Très bon recouvrement poisson calculé/poisson entier (écart 5 à 22 %).

Distribution observée classique pour les substances lipophiles et le PFOS (enrichissement dans la carcasse). En revanche, de manière atypique, sur ce lot de gardon, la concentration de mercure dans le filet est faible par rapport à celle reste du corps (rapport entier calculé / filet de 1,2 au lieu de 0,7 à 0,8). Ce résultat demeure inexplicable et n'a pas été retrouvé sur les gardons des autres stations investiguées (qui eux suivent la distribution habituelle).

Tabl. A3-3 : Différence de contamination perche filet et reste du corps vs poisson entier mesuré sur un second lot (Moselle/Palzem)

Différence de contamination en comparaison avec le poisson entier en %		
S ubstance analysée	Filet	Reste du corps
PBDE	-87 %	+51 %
HBCD	-86 %	+42 %
PCB-ndl	-83 %	+3 %
PCDD/F	-81 %	+30 %
PCDD/F et PCB-dl	-79 %	+6 %
PCB-dl	-79 %	+2 %
HCB	-71 %	+9 %
PFOS / PFOA	-61 %	+61 %
Hg	+60 %	+10 %
Heptachlore et Heptachlore-époxyde	/	-7 %

Tabl. A3-4 : Différence de contamination perche poisson entier calculé vs poisson entier mesuré (Moselle/Palzem)

Substance analysée	Écart entre la valeur calculée et la valeur mesurée pour le poisson entier en %	Différence de contamination en comparaison avec le poisson entier		Différence de contamination en comparaison avec le poisson entier	
		valeur calculée	en %	valeur mesurée	en %
		Filet	Reste du corps	Filet	Reste du corps
Heptachlore et -époxyde	NR	NR	NR	NR	-7,3
HBCD	-12	-84	+61	-86	+42
PDBE	-7	-86	+62	-87	+51
Concentration de PCDD/F- et de PCB-dl avec LQ	-29	-70	+51	-79	+6
Concentration de PCB-dl avec LQ	-32	-68	+50	-79	+2
Concentration de PCB-ndl avec LQ	-34	-75	+54	-83	+3
Concentration de PCDD/F avec LQ	-16	-77	+56	-81	+30
Concentration de PFOS/PFOA avec LQ	+10	-64	+47	-61	+61
Hexachlorobenzène	-24	-61	+44	-71	+9
Mercure	+31	+22	-16	60	+10

Très bon recouvrement poisson calculé/poisson entier (écart 7 à 34 %).

Distribution des substances observée classique (mercure enrichi dans le filet ; les autres composés dans la carcasse).

Tabl. A3-5 : Différence de contamination chevaine filet et reste du corps vs poisson entier mesuré sur un second lot (Sarre/Fremersdorf)

Différence de contamination en comparaison avec le poisson entier en %		
S ubstance analysée	Filet	Reste du corps
Heptachlore et Heptachlore-époxyde	/	+256 %
HBCD	-12 %	+438 %
PBDE	+16 %	+562 %
Concentration de PCDD/F et de PCB-dl avec LQ	-4 %	+388 %
Concentration de PCB-dl avec LQ	-4 %	+386 %
Concentration de PCB-ndl avec LQ	-7 %	+457 %
Concentration de PCDD/F avec LQ	-4 %	+394 %
Concentration de PFOS /PFOA avec LQ	-51 %	+75 %
Hexachlorobenzène	+44 %	+274 %
Mercure	+87 %	-23 %

Tabl. A3-6 : Différence de contamination chevaine poisson entier calculé vs poisson entier mesuré (Sarre/Fremersdorf)

Substance analysée	Écart entre la valeur calculée et la valeur mesurée pour le poisson entier en %		Différence de contamination en comparaison avec le poisson entier (valeur calculée) en %		Différence de contamination en comparaison avec le poisson entier (valeur mesurée-1) en %		Différence de contamination en comparaison avec le poisson entier (valeur mesurée-2) en %	
	valeur 1	valeur 2	Filet	Reste du corps	Filet	Reste du corps	Filet	Reste du corps
Heptachlore et -époxyde	NR	NR	NR	NR	NR	+256	NR	+256
HBCD	+226	+39	-73	+65	-12	+438	-63	+128
PDBE	+306	+59	-71	+63	+16	+562	-55	+160
Concentration de PCDD/F- et de PCB-dl avec LQ	+203	+77	-68	+61	-4	+388	-44	+184
Concentration de PCB-dl avec LQ	+202	+76	-68	+61	-4	+386	-44	+183
Concentration de PCB-ndl avec LQ	+239	+89	-73	+64	-7	+457	-48	+211
Concentration de PCDD/F avec LQ	+207	+81	-69	+61	-4	+394	-44	+191
Concentration de PFOS / PFOA avec LQ	+16	+2	-57	+51	-51	+75	-57	+53
Hexachlorobenzène	+166	+106	-46	+41	+44	+274	+12	+190
Mercure	+29	+54	45	-40	+87	-23	+123	-8

Recouvrement poisson calculé/poisson entier : très bon pour le PFOS (écart 2 à 16 %), moyen pour le Hg (écart 7 à 54 %) et moyen à mauvais selon les réplicats pour les autres composés (39 à 306 %). Ceci s'explique par des facteurs de variabilité plus importants que sur les autres stations entre les 2 prélèvements de poisson entier et le prélèvement de poisson fractionné :

- dates de prélèvement respectives espacées de huit mois
- longueur moyenne respective : 13,3 (valeur 1), 18,1 (valeur 2) et 23 cm (poissons fractionnés : filet/carcasse)

Sur l'ensemble des composés mesurés on peut constater que plus la taille moyenne des poissons du lot est élevée, plus les concentrations totales dans le poisson entier (mesuré ou calculé) sont élevées. On peut donc considérer que les taux de recouvrements observés sont logiques et *in fine* cohérents avec la tendance générale observée sur des lots homogènes. .

Distribution des substances observée classique (mercure enrichi dans le filet ; les autres composés dans la carcasse).

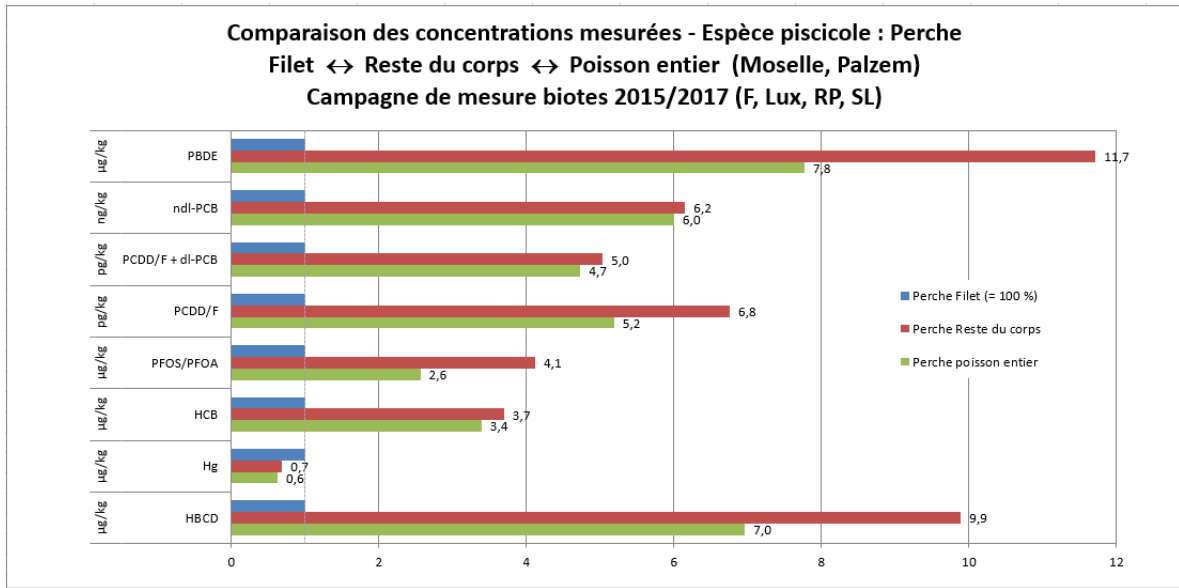


Figure A3-1 : Comparaison : Concentrations mesurées dans la perche : filet vs reste du corps vs poisson entier

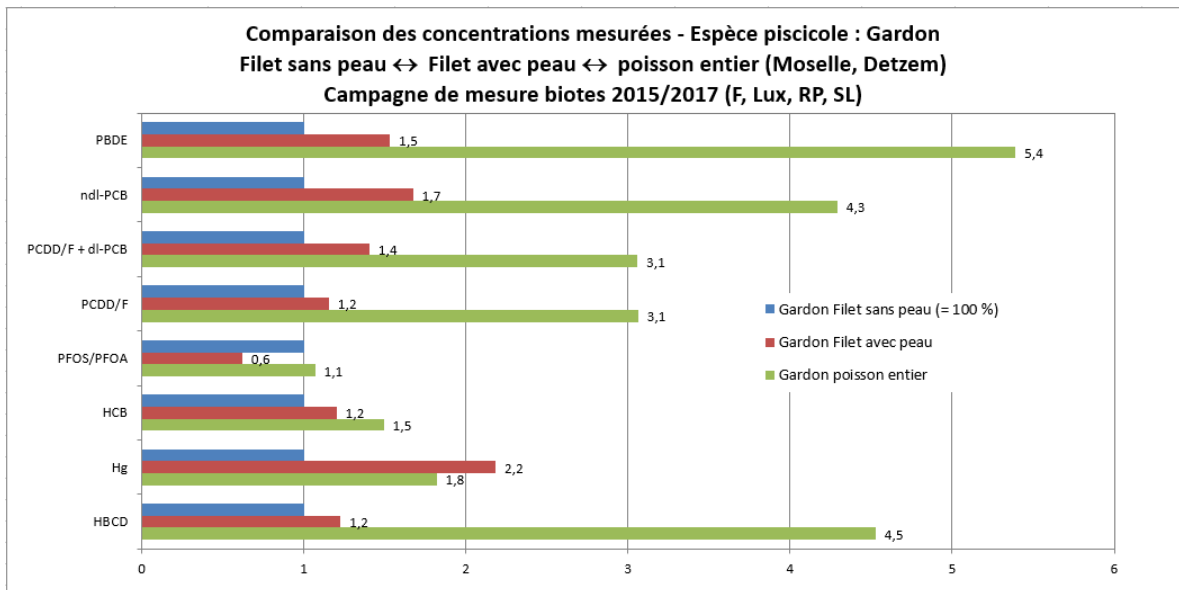


Figure A3-2 : Comparaison : Concentrations mesurées dans le gardon : filet sans peau vs filet avec peau vs poisson entier

